Die Bereitung und Verarbeitung
des Stahls.

Ein unentbehrliches Handbuch
für Eisen- und Stahlarbeiter jeden Faches.

Nach dem englischen Werke des Ingenieurs **Overmann**
deutsch bearbeitet
von
Dr. Carl Hartmann.

Zweite, vermehrte Ausgabe.

Die

Bereitung und Verarbeitung des Stahls.

Ein unentbehrliches Handbuch

für

Eisen- und Stahlarbeiter jeden Faches,

namentlich für Grob-, Zeug- und Waffenschmiede, Schlosser, Maschinenbauer, Messerschmiede, Feilenhauer, Stempelschneider, Büchsen-, Werkzeug- und Instrumentenmacher, u. s. w.

insbesondere aber auch

für Gewerbvereine und polytechnische Anstalten.

Nach dem englischen Werke des Ingenieurs Overmann
deutsch bearbeitet
von

Dr. Carl Hartmann,

Berg- und Hütten-Ingenieur, mehrerer gelehrten und Gewerbs-Gesellschaften Mitglied.

Mit 26 in den Text gedruckten Abbildungen.

Zweite, vermehrte und ergänzte Ausgabe.

Frankfurt am Main 1856.
Carl Jügel's Verlag.

Druck von C. Krebs=Schmitt in Frankfurt am Main.

Vorrede.

In neuerer Zeit ist weit mehr Stahl verarbeitet und folglich auch erzeugt als früher; viele größere Gegenstände, die sonst nur aus Guß- und Stabeisen, sowie aus Bronze verfertigt wurden, stellt man jetzt aus Stahl her. Wir wollen nur wenige derselben aus einem Verzeichnisse der von dem rühmlich bekannten Friedrich Krupp zu Essen 1855 in Paris ausgestellten Gußstahlfabrikate nennen: Locomotivkrummachsen, Wagenachsen, Dampfschiffkurbelachsen, Kurbelzapfen, Spurkränze für Eisenbahnwagen- und Locomotiv-Räder, Walzen von 3 Zoll Länge und 2 Zoll bis 20 Zoll Durchmesser und 25 Zoll Länge, 12- und 16pfündige Geschütze, Cuirasse, Glocken. Dieß beweißt das Gesagte hinreichend!

Aber auch kleinere Gegenstände werden jetzt weit mehr als sonst von Stahl, namentlich aus Blech von Puddelstahl verfertigt, wohin besonders die Beschläge vieler Galanteriewaaren, so z. B. der porte-monnaies gehören.

Wegen der außerordentlichen Verschiedenheiten der Stahlsorten, wegen der Nothwendigkeit, eine jede derselben beim Schmieden, Härten und Nachlassen auf eine eigene, ihrer Beschaffenheit angemessene Weise zu behandeln, endlich wegen der ungleichen Grade der Härte und der Elasticität, welche

besonders die verschiedenen Arten von Schneidwaaren verlangen, gehört die richtige Auswahl und Bearbeitung des Materials zu denselben unter die nicht leichten Aufgaben, wenn man Erzeugnisse der höchsten Vollkommenheit hervorbringen will. Kein anderes Metall bietet in dieser Beziehung ähnliche Schwierigkeiten dar, wie der Stahl, und es ist nur zu oft der Fall, daß der Arbeiter an denselben scheitert.

Aus dem Gesagten ergiebt sich nun einerseits das Bedürfniß nach gutem und wohlfeilem Stahl, und andererseits nach einem Werke über die Bereitung und Verarbeitung des Stahls, welches wegen eines mäßigen Umfanges, verständlichen Vortrags und wohlfeilen Preises einem größeren Publikum leicht zugänglich ist.

Was nun das Erstere betrifft, so sind in dieser Beziehung in neuerer Zeit wichtige Schritte vorwärts gethan, die das vorliegende Werkchen in seinem Verlauf näher nachweist. Dagegen fehlte es bis jetzt gänzlich an solch einem Buche, denn die Lehren über den Stahl finden sich in großen, gelehrten und theuren Werken, die von Handwerkern nur selten benutzt werden können.

Es war daher ein sehr zweckmäßiges Unternehmen des verewigten Ingenieurs Overmann, eines Westphalen, der vor Jahren in die neue Welt ging und dort als praktischer und wissenschaftlicher Hüttenmann wirkte, ein leicht zugängliches Buch über Stahl herauszugeben. — Nicht minder zweckmäßig war es aber, daß der Herr Verleger diesen wesentlichen Mangel der deutschen technischen Literatur erkannte und ihm durch eine Bearbeitung des Overmann'schen Werkes abzuhelfen suchte.

Er übertrug dieselbe dem Unterzeichneten, der aber bei genauer Durchsicht des 1851 in Philadelphia gedruckten englischen Werkes fand, daß sein Verfasser die neuesten deutschen Hülfsmittel nicht kannte, die daher der Bearbeiter um so lieber benutzte, da er auf diese Weise im Stande war, ein vollständiges und praktisches Werkchen, wie es wahres Bedürfniß ist, dem Publikum vorzulegen. Die benutzten Hülfsmittel sind folgende:

Des Geheimen Oberbergraths Dr. Karsten zu Berlin Handbuch der Eisenhüttenkunde. Dritte Auflage. 5 Bände und Atlas, Berlin 1841. — Als Supplement dazu:

Die Fortschritte der Eisenhüttenkunde, von dem Bearbeiter des vorliegenden Werkes. Daselbst 1851.

Der von Professor Schafhäutl in München verfaßte, 17 Druckbogen umfassende Artikel „Stahl" im 15. Bande von Prechtl's technologischer Encyklopädie. Stuttgart 1847.

Director Tunner's zu Leoben „Darstellung der Stabeisen- und Stahlbereitung in Frischherden in Steiermark, Kärnthen rc." Gratz 1846.

Director Karmarsch's zu Hannover „Handbuch der mechanischen Technologie," Band 1, Hannover 1851.

„Ueber die Stahlfabrikation in der englischen Provinz York," vom Oberberg-Ingenieur und Professor Le Play zu Paris, aus den Annales des Mines, 4. Reihe, Band 3, S. 583 rc., in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung, Jahrgang 1844, S. 273 rc.

Verschiedene andere Abhandlungen, welche in den verschiedenen Jahrgängen der gedachten Zeitung zusammengestellt worden sind.

Auf diese Weise ist das vorliegende Werkchen mehr meine eigene, als die Arbeit des verstorbenen Overmann.

Auch bei den Abbildungen des englischen Originals habe ich bedeutende Verbesserungen durch Auswechselung derselben vorgenommen.

Möge das Werkchen seinen bescheidenen und nützlichen Zweck erfüllen!

Die vorliegende neue Ausgabe ist um 4 Bogen verstärkt und diese enthalten das in den letztern Jahren über Puddel-, Cement- und Gußstahl Bekanntgewordene von praktischer Wichtigkeit, wodurch der Werth des Werkchens wesentlich erhöhet wird. Es sind dabei besonders die neuern trefflichen Arbeiten des Directors der Kaiserl. Oesterreichischen montanistischen Lehranstalt zu Leoben in Steiermark, Herrn Sectionsrath Tunner, der sich um das Eisenhüttengewerbe seines Vaterlandes so sehr verdient gemacht, so wie die mehrer anderer tüchtiger Stahlhüttenleute, wie gehörigen Orts näher nachgewiesen, benutzt. Das Buch steht daher gänzlich auf dem jetzigen Standpuncte.

Leipzig, im October 1855.

Carl Hartmann.

Inhaltsverzeichniß.

Ergänzungen.

Einleitung.

Das Eisen, das wichtigste unter den Metallen, welche in den mechanischen Gewerben verarbeitet werden, ist in drei Hauptzuständen bekannt und wird in denselben auch angewendet, nämlich als Roheisen, Stabeisen und Stahl. Wir müssen diese Zustände kurz kennen lernen.

Das Roheisen ist im Allgemeinen bei starker Weißglühhitze, ungefähr bei 1225 Grad Reaumur schmelzbar, von verschiedenem Grade der Härte, immer spröde und rostet nicht so leicht als Stabeisen. Sein specifisches Gewicht schwankt zwischen 7,0 bis 7,5, so daß ein rheinländischer oder preußischer Kubikfuß 475 Pfund und 1 Kubikzoll 8,75 Loth wiegt. Seine absolute Festigkeit beträgt etwa 17000 Pfund auf den Quadratzoll. Es kommt in vielen Abänderungen vor, die in Farbe, Bruchansehen, in dem Grade der Härte und der Sprödigkeit von einander verschieden sind, aber in einander übergehen. Die größten Unterschiede zeigen das graue und das weiße Roheisen und wenn jenes vorzugsweise dazu geeignet ist, um vergossen zu werden, so ist letzteres im Allgemeinen zweckmäßiger zu den Frischprozessen, um in Stabeisen verwandelt zu werden. Es giebt eine sehr große Menge von Roheisenarten und wir erwähnen nur noch, daß zwischen dem grauen und weißen, das gefleckte oder halbirte steht.

Das Roheisen wird aus den Eisenerzen dargestellt, die sehr häufig in der Erdrinde und an deren Oberfläche vorkommen. Man kann jedoch nur die oxydirten, d. h. solche, bei denen das Eisen mit Sauerstoff verbunden ist, benutzen. Es gehören dahin: a) der Magneteisenstein, der aus Eisenoxydul besteht, 80 bis 90 Prozent Roheisen enthält, der reichste Eisenstein ist und hauptsächlich in Schweden, Norwegen, dem Ural, auch in Nordamerika vorkommt. Aus diesem Erz wird, namentlich in den erstgenannten Ländern, das beste Stabeisen der Erde dargestellt, welches das Material zur Stahlfabrikation in England bildet. — b) Der Eisenglanz und die verschiedenen Arten von Rotheisenstein, sämmtlich aus Eisenoxyd bestehend und letzterer mehr oder weniger mit Erden vermengt.— c) Die Braun-, Schwarz- und Gelbeisensteine, so so wie auch die Rasen-, Wiesen-, Morast- oder Sumpf-Erze, in denen sämmtlich die Oxyde mit Wasser verbunden sind. — d) Der Spatheisenstein, kohlensaures Eisenoxydul, zu welchem auch der thonige Sphärosiderit oder Thoneisenstein und der Kohleneisenstein gehören. Der Spatheisenstein ist für Deutschland das wichtigste Material zur Stahlerzeugung, indem in Steiermark, Kärnthen, Siegen, Schmalkalden u. a. m. a. O. das sog. Rohstahleisen daraus gewonnen wird, seinerseits das Material zur Roh- oder Schmelz- und zur Puddelstahl-Fabrikation. Der Thon- und der Kohleneisenstein liefern in Europa, namentlich in England, Schottland und an der Ruhr in Westphalen, den bedeutendsten Theil der Roheisen-Production.

Die Verwandlung der Erze in Roheisen erfolgt in Hohöfen, die im Innern die Gestalt zweier, mit ihren Basen verbundenen abgestumpften Kegel haben. Sie werden von oben mit abwechselnden Schichten von Kohlen und Erzen gefüllt, während in dem untern Raum, unter Zuführung von Gebläseluft, der Schmelzprozeß stattfindet. Das Product des Hohofenprozesses ist das Roheisen, eine chemische Verbindung von reinem Eisen mit Kohlenstoff, von dem es im Augenblick des Schmelzens einen Theil aufnimmt. — Blauöfen sind Hohöfen mit geschlossener

Brust; in denselben wird in Steiermark und Kärnthen das meiste Rohstahleisen erzeugt.

Als Brennmaterial werden in den Hohöfen Holzkohlen, getrocknetes Holz, Koaks, rohe Steinkohlen (Anthracit), seltener Torf und Braunkohlen bis jetzt noch gar nicht angewendet; häufiger Gemenge von Holzkohlen und Holz, Holzkohlen und Torf, Holzkohlen und Koaks. Vegetabilische Brennstoffe liefern ein im Allgemeinen besseres, aber auch theureres Roheisen als mineralische; allein es wird mit letzteren jetzt bei Weitem mehr erzeugt als mit jenen. In England befindet sich jetzt nur ein Holzkohlenhohofen! Anthracitartige oder magere Steinkohlen können unverkohlt, oder unverkoakt angewendet werden.

Die Gebläseluft wird entweder kalt, d. h. von gewöhnlicher Temperatur, oder erhitzt in die Hohöfen geführt. Diese Erhitzung ist unter gewissen Umständen durchaus nothwendig, ist unter den meisten vortheilhaft, darf aber gewisse Temperaturgrade nicht übersteigen, wenn das Roheisen nicht wesentlich verschlechtert werden soll.

Die aus der oberen Oeffnung, der Gicht, der Hohöfen entweichenden brennbaren Gase, werden zum Rösten der Eisenerze, zur Feuerung der Apparate, in denen die Gebläseluft erwärmt wird, so wie zur Feuerung der Dampfkessel für die Gebläsemaschinen benutzt; zu letzterem Zweck dienen auch die aus den Verkoakungsöfen entweichenden Gase.

Das Roheisen wird entweder zum Vergießen, d. h. zur Fabrikation des Gußeisens oder der Gußwaaren, oder zum Verfrischen, d. h. zur Fabrikation des Stabeisens angewendet; ersteres nimmt etwa $^1/_4$, letzteres $^3/_4$ der gesammten Erzeugung in Anspruch. — Das Gießen erfolgt entweder unmittelbar aus den Hohöfen oder durch Umschmelzen des Roheisens in sog. Kupol- und Flammöfen.

Das Stabeisen, Schmiedeeisen, weiche Eisen ist so sehr strengflüssig, daß es in den gewöhnlichen Hitzgraden gar nicht geschmolzen werden kann. Dagegen läßt es sich in starker Rothglühhitze durch Schmieden in alle Gestalten bringen und

wird in lebhafter Weißglühe oder Schweißhitze so weich, daß man es durch Hammerschläge vereinigen, d. h. zusammenschweißen kann. Die Härte des Stabeisens ist verschieden, jedoch immer geringer als die des Roheisens, so daß es sich leicht feilen, mit Meißel, Dreheisen 2c. bearbeiten läßt. Auch kann es kalt gebogen und gehämmert werden, wobei aber seine Härte beträchtlich zunimmt. Durch Glühen und Wiederabkühlen wird dann die ursprüngliche Weichheit wieder hergestellt. Das specifische Gewicht des Stabeisens ist durchschnittlich 7,6, wird aber durch die Verdichtung beim Schmieden, Walzen und Drahtziehen zuweilen bis auf 8,0 erhöht. Ein preuß. Kubikfuß wiegt durchschnittlich 514 Pfunde, ein Kubikzoll 9,52 Loth. — Die absolute Festigkeit ist sehr verschieden, aber viel bedeutender als die des Gußeisens; sie beträgt, für den Quadratzoll berechnet, 30000 bis 65000 Pfund bei geschmiedeten oder gewalzten Stäben, 40000 bis 57000 Pfd. bei Blech und 73000 bis 170000 Pfd. bei hartgezogenem Draht.

Gutes Stabeisen zeigt in seinem ursprünglichen Zustande auf dem Bruche ein hackiges oder zackig körniges Gefuge, welches aber durch Schmieden, Walzen oder Ziehen in ein sehniges oder fadiges verwandelt wird. Mit dieser Verwandlung der Textur, welche indessen nur bei manchem Eisen eintritt, ist stets eine sehr beträchtliche Vermehrung der Zähigkeit oder absoluten Festigkeit verbunden. Die Farbe ist hell, der Glanz gering.

Merkwürdig ist die Veränderung, welche das Gefüge des Schmiedeeisens durch lange anhaltende oder häufig wiederholte Erschütterungen oder kleine dröhnende Bewegungen erfährt. Vollkommen fadiges oder sehniges Eisen wird durch Hämmern in kaltem oder schwach erhitztem Zustande, krystallinisch-körnig und bricht nun oft, auch wenn es vorher noch so zäh war, durch leichte Schläge entzwei. Achsen von gewöhnlichen Fuhrwerken, mehr noch von Locomotiven und andern Eisenbahnwagen, aus sehr zähem und festem fadigem Eisen verfertigt, brechen nach langer Dienstleistung, ohne besondere äußere Veranlassung, plötzlich, und zeigen dann immer krystallinisch-körnige Bruchflächen. Man

kann jedoch Eisenstücken, in denen sich die körnig-krystallinische Textur auf dem gedachten Wege erzeugt hat, ihre fadige Beschaffenheit und ursprüngliche Festigkeit dadurch wiedergeben, daß man sie zu mattem Rothglühen erhitzt und dann langsam abkühlen läßt.

Die wichtigsten Fehler des Eisens sind der Rothbruch, Kaltbruch und Faulbruch. Man nennt rothbrüchiges Eisen solches, welches im Rothglühen unter den Hammerschlägen aufreißt oder borstet, wogegen es sich bei der Schweißhitze gut schmieden läßt; die Ursache dieser Erscheinung ist gewöhnlich eine geringe Verunreinigung mit Schwefel. — Kaltbrüchiges Eisen ist in der Kälte spröde, läßt sich aber beim Glühen wie weiches Eisen schmieden, und entsteht durch eine geringe Beimischung von Phosphor, oder von Zink, Arsenik, Antimon, Chrom. Eisen endlich, welches bei jeder Temperatur mürbe und von geringer Festigkeit ist, wird faulbrüchig oder hadrig genannt. Rührt hauptsächlich vom schlechten Verfrischen eines schlechten Roheisens her.

Das Stabeisen wird nur selten noch direct aus den Erzen durch die sogenannte Rennarbeit, sondern gewöhnlich aus dem Roheisen durch den Frischproceß dargestellt; jene findet, als höchst unvollkommen und unökonomisch, nur noch in den Pyrenäen, auf Corsika, in Unteritalien, Nordamerika und Ostindien statt. Durch den Frischproceß wird dem Roheisen der größte Theil des Kohlenstoffes entzogen.

Man unterscheidet zwei Hauptarten der Frischerei, das Herdfrischen und das Puddelfrischen. Das erstere geschieht in niedrigen Oefen, Herden oder Feuern, Frischfeuern, mit Holzkohlen und mittelst einströmender Gebläseluft. Das von den Kohlen umgebene Roheisen wird vor dem Winde eingeschmolzen, so daß der Wind auf jeden Tropfen des schmelzenden Eisens einwirken und ihm den Kohlenstoff entziehen kann. Die unten im Herd sich bildenden Eisenklumpen, die Luppen, werden noch mehrfach der Einwirkung der Gebläseluft ausgesetzt, hierauf unter den Hammer gebracht, wiederholt gewärmt und

dann zu Stäben ausgereckt. Man nennt das unter dem Hammer dargestellte Stabeisen, zum Unterschiede von dem Walzeisen, vorzugsweise Schmiedeeisen.

Die Construction der Herde, die Behandlung des Eisens im Feuer, die Größe der Luppen u. s. w., sind sehr verschieden; die sogenannte deutsche Frischmethode ist die verbreiteste und vortheilhafteste.

Das Puddelfrischen erfolgt in Flammöfen, die gewöhnlich mit Steinkohlen gefeuert werden und das zu verfrischende Roheisen wird nur der darüber hinstreichenden Flamme ausgesetzt. Die Entfernung des Kohlenstoffes wird durch fortwährendes Umarbeiten, Umrühren (puddle im Englischen und daher der Name) und Umwenden des erweichten Eisens, wodurch immer neue Theile desselben der Luft ausgesetzt werden, bewirkt. Ist das Eisen gaar, so werden kleine Luppen gebildet, unter einem Hammer oder einer Luppen-Quetschmaschine, um die Schlacken zu entfernen und ihnen eine Form zu geben, zusammengedrückt — gezängt — und kommen alsdann zum Luppenwalzwerk, um daselbst zu Rohschienen ausgewalzt zu werden.

Die Rohschienen sind flache Stäbe, welche mittelst einer Maschinenscheere zu mehre Fuß langen Stücken zerschnitten werden, die man zu Paqueten übereinander legt und in einen Schweißofen bringt, der ebenfalls ein gewöhnlich mit Steinkohlen gefeuerter Flammofen ist. Nachdem die Paquete eine heftige Schweißhitze erlangt haben, kommen sie zum Grobeisen- oder Stabeisen-Walzwerk und werden dort zu verkäuflichem Stabeisen, gewöhnlicher Art, ausgewalzt. Besseres Eisen wird dadurch erlangt, daß man diese Stäbe zerschneidet, zu Paqueten zusammenlegt, dieselben ausschweißt und auswalzt. Oder man legt Paquete aus Rohschienen und einmal geschweißtem Eisen zusammen, wie z. B. bei der Schienenfabrikation. — Auch im Herd gefrischtes Eisen kann ausgewalzt werden; oder man bringt verschiedene Arten von Roheisen, bei Holzkohlen und bei Koaks erzeugtes zusammen in den Puddelofen, um ein besseres Stabeisen zu erlangen. — Die Puddel-

und Schweißöfen können auch mit Holz, Torf, Braunkohlen und mit Gasen gefeuert werden, die aus festen Brennstoffen erzeugt worden sind.

Der Stahl steht gewissermaßen zwischen dem Roh= und dem Stabeisen, in so fern er die Haupteigenschaften in sich vereinigt, und eben dadurch ein sehr werthvolles Material für die Gewerbe wird. Er ist schmelzbar bei einer Hitze, welche größer als die Schmelzhitze des Roheisens, aber geringer als jene des Roheisens ist. In gut construirten Windöfen kann selbst eine größere Menge Stahl in einem Schmelztiegel zum luß Fgebracht werden, und daher ist der Stahl des Gusses fähig, während er auf der andern Seite schmied= und schweißbar, gleich dem weichen Eisen, ist. Auch läßt sich Stahl und Stabeisen zusammenschweißen. Doch tritt die Schweißhitze des Stahls bei etwas niedrigerer Glühhitze als die des Eisens ein, und das Schweißen ist bei manchen Stahlsorten ziemlichen Schwierigkeiten unterworfen, wenn nämlich die Schweißhitze dem Schmelzpuncte nahe liegt, weil dann der Stahl in der Schweißhitze schon anfängt, unter dem Hammer zu bersten und abzubröckeln.

Im natürlichen Zustande ist der Stahl etwas härter als gutes Schmiedeeisen, aber viel weicher als das weiße Roheisen, daher mit Feile, Meissel und Dreheisen rc. noch gut zu bearbeiten. Er erlangt jedoch eine außerordentliche Härte, wobei er nicht mehr von der Feile angegriffen wird, wenn man ihn glühend, rasch und stark, z. B. durch Eintauchen in Wasser, abkühlt. Mit dieser Härte tritt zugleich eine außerordentliche Sprödigkeit und Zerbrechlichkeit ein. Löscht man den Stahl ab, wenn er stark erhitzt aber noch nicht glühend ist, so härtet er sich nicht, sondern wird sogar auffallend weicher. Man kann diese Erfahrung vortheilhaft benutzen, um geschmiedete Stahlsachen, zur Erleichterung des Feilens rc., sehr weich zu machen, indem man sie zum Dunkelrothglühen erhitzt, dann abkühlen läßt, bis auch im Finstern kein Glühen mehr daran zu sehen ist, und hierauf sogleich in Wasser taucht.

Stahl, welcher auf die angezeigte Art gehärtet ist, heißt

glashart, entweder weil er Glas ritzt oder weil er spröde wie Glas ist. Man erkennt diesen Zustand sogleich, wenn man mit einer Feile über den Stahl streicht, an dem kreischenden Ton, und daran, daß die Feile durchaus nichts wegnimmt, eher selbst abgestumpft wird. Ein anderes Erkennungsmittel des gehärteten Stahls giebt, wo sie bei sehr dünnen Sachen zulässig ist, die Probe des Biegens ab, wobei sogleich der Bruch erfolgt. Durch stufenweises Erhitzen, das Anlassen oder Nachlassen, nimmt die Härte und Sprödigkeit des glasharten Stahls wieder allmählig ab, und bis zum Glühen erhitzt, dann aber langsam erkaltet, wird derselbe wieder so weich, als er vor der Härtung war. Man hat es dadurch in seiner Gewalt, den aus Stahl verfertigten Gegenständen jeden beliebigen Grad der Härte, welcher zwischen der natürlichen Weichheit und der Glashärte liegt, zu geben.

Das specifische Gewicht des Stahls liegt zwischen 7,4 und 8,1 und kann durchschnittlich zu 7,7 angenommen werden. 1 Rhein. Kubikfuß wiegt daher 522 Pfund und 1 Kubikzoll 9,66 Loth. Durch das Härten wird das specifische Gewicht etwas vermindert, ein Beweis, daß der gehärtete Stahl einen noch größern Raum einnimmt, als ihm vor dem Härten eigen war. — An absoluter Festigkeit und an Elasticität übertrifft der Stahl das Stabeisen bedeutend; für einen Querschnitt von einem Quadratzoll beträgt die Festigkeit geschmiedeter und gewalzter Stäbe 56,000 bis 137,000 Pfd., bei hartgezogenem Stahldraht 105,000 bis 146,000 Pfd., ausgeglüht 74,000 bis 76,000 Pfd. Gehärteter Stahl ist weit weniger fest. — Der Bruch des Stahls ist stets körnig, aber dichter, gleichartiger als der des Stabeisens, so daß man keine bestimmte Form eines einzelnen Korns zu unterscheiden vermag; er wird zwar durch Schmieden, Walzen, Ziehen ꝛc. sehr verfeinert, geht aber niemals in das Sehnige über. Zu oftmaliges und starkes Glühen macht das Korn grob und den Stahl mürb und man nennt ihn dann überhitzt oder (unrichtig) verbrannt. Gehärtet hat derselbe Stahl ein feineres Korn, als ungehärtet; nur wenn er beim Här-

ten überhitzt worden ist, wird das Korn gröber. Unganze und auch ungleich harte Stellen finden sich im nicht geschmolzenen Stahle wie im Stabeisen; dagegen wird der Stahl durch das Schmelzen vollkommen gleichartig in seiner Masse, ein wesentlicher Vortheil, den man beim Schmiedeeisen nie erreichen kann.

Wir haben nun noch Einiges über den chemischen Unterschied zwischen Roheisen, Stahl und Stabeisen zu sagen. Er beruht im Wesentlichen darin, daß zwar alle drei Verbindungen des, im Großen nicht darzustellenden, reinen Eisens mit Kohlenstoff sind, daß sie aber diese Beimischung in verschiedener Menge enthalten. Der Kohlenstoffgehalt beträgt im Roheisen 1,8 bis 6, meistentheils zwischen 3 und 5,5 Procent, im Stahl $^2/_3$ bis 2 Procent, im Stabeisen höchstens $^1/_2$ bis $^2/_3$ Procent, oft viel weniger. Jemehr das Roheisen und der Stahl Kohlenstoff enthalten, desto schmelzbarer sind sie. Bei dem Stahle hat die Vermehrung des Kohlenstoffgehalts und der Schmelzbarkeit einen geringern Grad von Schweißbarkeit, aber die Fähigkeit eine größere Härte anzunehmen, in der Begleitung. Im Roheisen und Stahl ist der Kohlenstoff ein wesentlicher Bestandtheil, durch welchen die Eigenschaften des Materials hauptsächlich hervorgebracht werden; im Stabeisen kann er dagegen gänzlich fehlen. Im Roheisen sind neben dem Kohlenstoff immer noch mehr oder weniger kleine Beimischungen anderer fremder Körper, welche aus den Eisenerzen herrühren, und die Beschaffenheit des Eisens modificiren und wohin hauptsächlich Schwefel, Phosphor und Mangan gehören; im Stahle und Stabeisen kommen auch geringe Mengen davon vor, indem deren Abscheidung der Processe bei deren Fabrikation ist. Ein Mangangehalt ist auch nicht schädlich. Man sieht den Stahl auch als eine Legirung von Roh- und von Stabeisen an.

Man hat sich — sowohl was die chemische Zusammensetzung, als die davon abhängenden physischen Eigenschaften betrifft — die sämmtlichen Abänderungen des Stabeisens, Stahls und Roheisens als Glieder einer einzigen großen Reihe vorzustellen, von welcher die technische Praxis zu ihrer absichtlichen

Erzeugung und Verwendung diejenigen ausgewählt und mit den obigen eigenen Namen belegt hat, in denen gewisse nützliche Eigenschaften am entschiedentsten ausgesprochen sind, so daß sie für bestimmte Zwecke vorzugsweise tauglich sich darstellen: die Mittel- oder Uebergangsglieder haben zum Theil einen geringern, zum Theil gar keinen industriellen Werth.

Das chemisch reine, kohlenstofffreie Eisen ist das Ideal des Stabeisens, welches noch bis $\frac{1}{2}$ Proc. Kohlenstoff vertragen kann, ohne seine schätzbarste Eigenschaft, die Geschmeidigkeit und Biegsamkeit, zu sehr vermindert zu sehen, wiewohl es desto härter ist, jemehr sein Kohlenstoffgehalt steigt, daher die Unterscheidung in weiches (zäheres, biegsameres) und hartes (steiferes) Stabeisen. Das letztere wird, glühend in Wasser abgelöscht, schon etwas härter; aber die Eigenschaft sich im brauchbaren Grade härten zu lassen erlangt es erst bei einem Kohlenstoffgehalte von mehr als $\frac{1}{2}$ Proc. Bis zu etwa 0,65 Proc. ist es dann ein im gewöhnlichen Zustande noch sehr geschmeidiger weicher Stahl, welcher aber nicht der größten Härte fähig ist und blau angelassen ausgezeichnete Federkraft hat. Es gehören der Sensen-, Messer-, Sägen- und Feder-Stahl hierher. Die Sorten mit mehr als $\frac{2}{3}$ oder höchstens $1\frac{1}{2}$ Procent Kohlenstoff nehmen größere Härte an, sind aber dagegen weniger zäh und elastisch, übrigens noch gut schweißbar; es gehören der Rasirmesser-, Stempel- und Meisselstahl, so wie einige Sorten Gußstahl hierher. Bei $1\frac{3}{4}$ Kohlenstoff läßt sich der Stahl nur schwierig schweißen, aber desto ausgezeichneter härten; man rechnet den besten, sogenannten unschweißbaren Gußstahl dazu. Bei 1,9 bis 2 Proc. hört nicht nur die Schweißbarkeit, sondern selbst auch die Schmiedbarkeit auf; das Product zerfällt glühend unter den Hammerschlägen, läßt sich aber kalt noch ausdehnen, und bildet den Uebergang vom Stahl zum weißen Roheisen, oder eigentlich des letztern kohlenstoffärmste Sorte, welche äußerst hart, nicht sehr spröde, unfähig, durch langsame Abkühlung nach dem Schmelzen grau zu werden, schwerflüssig, zur Gießerei völlig un-

tauglich, als Stahl eben so wenig brauchbar, fast blos zum Verfrischen, d. h. zur Verwandlung in Stabeisen und Stahl geeignet ist. Dann folgt das kohlenstoffreichere weiße Roheisen, neben welchem die grauen Roheisensorten — mit der Fähigkeit des Ueberganges von dem Einen ins Andere — herlaufen; in diesem Abschnitte liegen die zur Gießerei dienlichen Roheisensorten. Den Schluß der Reihe macht das kohlenstoffreichste Roheisen, das Spiegeleisen, welches sehr hart und spröde, am dickflüssigsten, nur zum Verfrischen anwendbar ist, wie schon ebenfalls das blumige und luckige (strahlige und poröse) Roheisen, welche ihm unmittelbar vorausgehen. — Zwischen dem Stabeisen und dem guten Stahle stehen auf der Grenze die Eisensorten, welche als gutes Schmiedeeisen zu hart, als Stahl noch nicht genugsam härtungsfähig sind; zwischen dem Stahle und dem weißen Roheisen ein Product, welches als Eins oder das Andere angesehen werden kann, aber zu unmittelbarer Verarbeitung fast keinen Werth hat, nämlich stahlartiges Roheisen, wilder Stahl oder Willerstahl.

Nach dem Vorstehenden ist leicht zu begreifen, wie unter geeigneten Umständen eine Art des Eisens in die andere verwandelt werden kann. a. Stabeisen wird zu Stahl durch Aufnahme von Kohlenstoff, indem man dasselbe zwischen Pulver von Kohle oder kohlenstoffhaltigen Körpern anhaltend glüht, oder in der Glühhitze mit Kohlenwasserstoffgas in Berührung läßt. b. Aus Stabeisen wird Roheisen, wenn man ersteres mit einer genügenden Menge Kohlen zum Schmelzen bringt. c. Aus Roheisen bildet man Stabeisen, durch Verlust des Kohlenstoffes, bei längerm Schmelzen in Berührung mit einem Luftstrom und mit Eisenoxyden. In diesem Falle verbrennt der Kohlenstoff auf Kosten des Sauerstoffs der Luft und des Eisenoxydes. d. Das Roheisen verwandelt sich in Stahl, wenn die unter c bezeichnete Behandlung früh genug unterbrochen wird, um noch einen hinlänglichen Theil des Kohlenstoffs in Verbindung mit dem Eisen zu lassen. e. Selbst wenn Roheisen nur unter Luftzutritt längere Zeit im Flusse erhalten wird, erleidet es schon eine ähnliche,

nur unvollkommenere, Veränderung, wie die unter d angeführte, indem es einen gewissen Grad von Geschmeidigkeit erhält, und dem Stahle einigermaaßen ähnlich wird. f. Weißes Roheisen in Berührung mit der Luft geglüht, wird durch Einwirkung des auf der Oberfläche entstehenden Glühspans, welcher den Kohlenstoff zum Theil oxydirt oder verbrennt, grau, weich, körnig, und weniger spröde, kurz stahlähnlich. g. Stahl nimmt die Eigenschaften des Stabeisens an, und verliert die Fähigkeit sich härten zu lassen, wenn er zu stark oder wiederholt geglüht wird. Man sagt dann, der Stahl sei verbrannt, und in der That beruht jene Veränderung auf einer mehr oder minder vollständigen Verbrennung des im Stahle enthalten gewesenen Kohlenstoffs. Es ist dieß eine den Eisenarbeitern wohl bekannte Erfahrung und sie hüten sich deßhalb, den Stahl zu überhitzen oder zu oft in das Feuer zu bringen. Von dem wirklichen Verbrennen ist aber die, viel häufiger vorkommende, uneigentlich eben so genannte Veränderung zu unterscheiden, welche in Folge zu starken Glühens durch ein grobkörniges Gefüge und auffallende Mürbheit sich offenbart, ohne daß eine bemerkbare Minderung des Kohlenstoffgehalts eingetreten ist (Ueberhitzen des Stahls). h. Der Stahl verliert endlich auch Kohlenstoff und wird weicher, überhaupt dem Schmiedeeisen ähnlicher, wenn man ihn zwischen Feilspänen von Stabeisen, welche dabei Kohlenstoff aufnehmen, unter Ausschluß der Luft heftig glüht. Hierauf beruht das Entkohlen oder Decarbonisiren oder Weichmachen der Stahlplatten für den Stahlstich. Solche Platten haben vor Eisenblech den großen Vorzug, daß sie, aus Gußstahl bereitet, frei von unganzen Stellen sind, und doch eben die Weichheit besitzen können, wie Stabeisen.

Nach dieser Einleitung gehen wir nun zuvörderst zu dem ersten Abschnitt, zur Stahlfabrikation, über.

Erster Abschnitt.

Von der Stahlfabrikation

oder

Stahlbereitung.

Weil der Stahl als Stabeisen mit einem größeren Kohlegehalt zu betrachten ist, so muß auf demselben Wege und durch dieselben Verfahrungsarten, welche man zur Stabeisenerzeugung anwendet, auch Stahl dargestellt werden können, und zwar eben so wie das Stabeisen, entweder unmittelbar aus den Erzen, oder mittelbar aus Roheisen. Letzteres geschieht bis jetzt noch immer in gewöhnlichen Frischherden, weil man es erst kürzlich dahin gebracht hat, in Flammöfen dem Roheisen den Kohlegehalt nur theilweise zu entziehen, obgleich dieses Verfahren bis jetzt nur erst an wenigen Punkten angewendet worden ist, wie wir weiter unten näher sehen werden.

Man nennt den aus den Erzen oder aus dem Roheisen dargestellten Stahl: Schmelzstahl (Rohstahl, Luppenstahl), zum Unterschiede von dem Cementstahl (Brennstahl), welcher durch anhaltendes Cementiren des Stabeisens mit Kohle in der erhöhten Temperatur, und mit Ausschluß der atmosphärischen Luft, dargestellt wird. Der Stahl, welcher durch Umschmelzen in Tiegeln eine größere Gleichartigkeit erhält, wird Gußstahl genannt. Der Schmelzstahl sowohl als der Brennstahl sind gewöhnlich Gemenge von härterem und weicherem Stahl, denen man, außer durch das kostbarere Umschmelzen, auch dadurch eine größere Gleichartigkeit giebt, daß man sie zu flachen Stäben ausstreckt, welche wieder zusammengeschweißt werden. Den durch solche mechanische

Bearbeitung gleichartiger gewordenen Stahl nennt man Gerbstahl oder raffinirten Stahl. Obgleich nämlich die Quantität der Kohle den Grad der Härte des gehärteten, und den Grad der Geschmeidigkeit des nicht gehärteten Stahls im Allgemeinen bestimmt, so sind die Festigkeit und die Elasticität des gehärteten Stahls doch außerdem noch von der Gleichartigkeit der ganzen Masse abhängig. Aus demselben Material läßt sich durch verschiedene Behandlung das reinste Stabeisen und der vollkommenste Stahl, aber auch ein Product darstellen, welches an einzelnen Stellen im höchsten Grade hart ist, und dennoch nicht Elasticität und Festigkeit genug besitzt, um auf den Namen eines guten Stahls Anspruch machen zu können. Aller Stahl, der eigentlich als ein zusammengeschweißtes Gemenge von härterem und weicherem Stahl, oder wohl gar von Stahl und von Stabeisen angesehen werden muß, kann hart sein, ohne Festigkeit oder Elasticität zu besitzen; oder er kann weich und doch zugleich an einzelnen Stellen so spröde sein, daß er, wenigstens in scharfen Schneiden und Spitzen, zum Ausbrechen geneigt ist. Die Güte des Stahls wird also nicht durch seine Härte allein, sondern auch durch seine Festigkeit und Elasticität bestimmt. Von einem Stahl, der viel Festigkeit und Elasticität besitzt, pflegt man zu sagen, daß er viel Stärke oder viel Körper habe, wogegen man einen harten und dabei wenig festen und spröden Stahl, wilden Stahl zu nennen pflegt. Von mehreren Stahlarten, welche gleiche Quantitäten Kohle enthalten, wird diejenige die festeste, dehnbarste und am meisten elastische sein, in welcher die Kohle am gleichartigsten vertheilt ist. Es kann daher Stahl geben, der sich in einzelnen Stücken sehr hart zeigt, aber dabei spröde und wenig elastisch ist, obgleich er im Ganzen nicht mehr Kohle enthält als anderer Stahl, welcher in gleichem Grade hart, und dabei fest und elastisch ist. Durch das Raffiniren werden die aus der ungleichartigen Vertheilung der Kohle im Eisen entspringenden Fehler des Stahls zwar vermindert, aber niemals aufgehoben. Derjenige Stahl, welcher mit der größten Härte die größte Stärke verbindet, ist der vollkommenste. Die gleichartige Verbindung der

Kohle mit dem Eisen, welche alsdann nothwendig stattfinden muß, läßt sich aber nur dadurch hervorbringen, daß der Stahl, frei von Einflüssen der Kohle und der atmosphärischen Luft, lange genug und anhaltend in einem tropfbar flüssigen Zustande erhalten wird. Deßhalb ist auch der Gußstahl der vollkommenste Stahl, und bei diesem Stahl wird der Gehalt an Kohle auch jedesmal den Grad der Härte und Festigkeit bestimmen, welches bei allen anderen Stahlarten nicht der Fall ist.

Ein zu allen Anwendungen geeigneter Stahl würde im höchsten Grade hart und fest sein müssen. Beide Eigenschaften lassen sich aber nicht vereinigen, weil mit einem hohen Grade von Härte immer ein gewisser Grad von Sprödigkeit verbunden ist. Deßhalb wird man auf den höchsten Grad der Härte verzichten müssen, wenn die größte Festigkeit das Haupterforderniß des Stahls sein soll; und man wird in einem geringeren Grade auf Festigkeit des Stahls Anspruch machen, wenn der höchste Grad der Härte und Elasticität verlangt wird.

Vor dem Härten muß guter Stahl, eben so wie das Stabeisen, in der gewöhnlichen und in der erhöhten Temperatur ganz geschmeidig seyn, oder er muß sich als eine harte Stabeisenart verhalten. Durch neues Glühen nach dem Härten muß der Stahl seine Härte wieder verlieren, und so vollkommen geschmeidig werden, daß er von den härtesten Stabeisensorten nicht zu unterscheiden ist. Guter Stahl erlangt also einen höheren Grad von Härte erst durch das Ablöschen im Wasser, oder durch das Härten, wodurch er sich von dem brüchigen Eisen und von dem roheisenartigen Stahl unterscheidet. Das erstere wird durch Härten zwar noch spröder, aber nicht härter als es vorher war; und der roheisenartige Stahl wird zwar härter und erreicht oft durch das Härten den allerhöchsten Grad der Härte, allein er bekommt nach dem Ausglühen nur einen geringen Grad von Geschmeidigkeit, der mit dem zunehmenden Kohlegehalt immer mehr abnimmt. Sprödigkeit, als Folge der durch das Härten des Stahls erlangten Härte, und Mangel an Festigkeit des Stahls sind nothwendig von einander zu unterscheiden. Das

weichste Stabeisen wird durch das Härten nicht härter, aber auch nicht spröde, wenn es nicht schon vor dem Härten spröde war. Alles Eisen, welches durch das Härten etwas härter wird, ist wirklich stahlartig. Je mehr der Kohlegehalt zunimmt, desto größer wird die Härte nach dem Ablöschen, und desto geringer kann der Grad der Härte sein, bei welchem der Stahl gehärtet wird.

Je spröder der Stahl nach dem Härten wird, desto schlechter ist er. Die Ursachen der Sprödigkeit können entweder in der Beschaffenheit des Eisens, oder in der ungleichartigen Vertheilung der Kohle liegen. Im ersten Fall enthielt der Stahl Bestandtheile, welche ihn schon vor dem Härten spröde machten, und dann läßt sich der Fehler durch Raffiniren nicht heben, wie es bei dem durch ungleichartige Vertheilung der Kohle spröden Stahl der Fall ist, obgleich der Stahl durch das Raffiniren immer etwas an Härte verliert. Durch das Härten erlangt aber auch der beste und in der angemessensten Glühhitze gehärtete Stahl einige Sprödigkeit, welche sich besonders bei scharfen und spitzen Werkzeugen durch Ausbrechen der Schneiden und Spitzen zu erkennen giebt. Diese Sprödigkeit muß durch neues Erwärmen, oder durch das sogenannte Anlassen und Anlaufen wieder weggeschafft werden. Je weicher der Stahl ist, ein desto geringerer Wärmegrad ist nöthig, um ihm die Sprödigkeit zu nehmen; je härter er ist, desto stärker muß er erhitzt werden. Aber auch alle diejenigen Stahlarbeiten, von denen man mehr Festigkeit und kräftigen Widerstand gegen die Stöße und Schläge einer von außen einwirkenden Kraft verlangt, müssen in einem stärkeren Wärmegrade anlaufen. Je härter der Stahl alsdann bleibt, ohne spröde zu sein, für desto vorzüglicher ist er zu halten. Einem Stahl die durch den Kohlengehalt beim Härten, und nicht die durch Silicium, Phosphor u. s. f. veranlaßte Sprödigkeit zu entziehen, ist sehr leicht, weil dazu nur ein Anlaufen in einem hohen Wärmegrade gehört; allein es setzt einen vorzüglich guten Stahl voraus, der unter solchen Umständen Härte behalten und große Elasticität zeigen soll.

Erstes Capitel.

Von der Stahlbereitung unmittelbar aus den Eisenerzen.

Unmittelbar aus den Erzen wird der Schmelzstahl entweder in Stücköfen oder in Herden bereitet. Aus den Stücköfen erzeugt man jetzt keinen Rohstahl mehr. Ehemals untersuchte man die erhaltenen Stücke aus dem Ofen, ob sie sich zu Stahl oder zu Stabeisen eignen würden, so daß der Erfolg mehr dem Zufall als dem absichtlichen Bemühen zuzuschreiben war. Die erhaltenen Stücke wurden zwischen eine Zange gefaßt, und in einem Herde bis zur Schmelzhitze erhitzt. Wenn mehr oder weniger Eisen abgeschmolzen war, ward der in der Zange zurückgebliebene, nicht geschmolzene Klumpen zu Stahl ausgeschmiedet. Das eingeschmolzene und in den Herd eingegangene Eisen ward, je nachdem es mehr oder weniger Kohle verloren hatte, als Stabeisen oder als Stahl benutzt, oder, wenn es sich in einem Mittelzustande zwischen beiden befand, noch einmal etwas in die Höhe gehoben, um sich in Stabeisen umzuändern. Bei diesem unvollkommenen Verfahren konnte weder die Menge, noch die Beschaffenheit des Stahls bestimmt werden. — Eben so ist es auch nur noch wenig gebräuchlich, in den Luppenherden absichtlich Stahl zu erzeugen. Es müssen alsdann andere Mittel angewendet werden, über die wir hier weggehen. Der Stahl, den die Luppenschmiede zufällig erhalten, und, an der röthlichen Farbe erkennend, aus dem Herde nehmen, wird Wolfsstahl genannt. Er ist sehr eisenhaltig und nur zu gröberen Sachen anwendbar. Das aus den Blaseöfen erhaltene stahlartige Eisen, welches beim Ausheizen die Eigenschaften des Stahls besitzt, wird Blase- und Osemundstahl genannt. Er ist häufig ein sehr verschiedenartiges Gemenge von Stabeisen und von Stahl, in allen Graden des Kohlegehaltes und der Härte.

Zweites Capitel.

Von der Schmelzstahlbereitung aus Roheisen.

Es ereignet sich zuweilen bei dem Verfrischen des Roheisens zu Stabeisen, daß ein Theil des eingeschmolzenen und dem Windstrom am meisten ausgesetzt gewesenen Eisens, schon eine ungleich gaarere Beschaffenheit erhält, als das übrige Eisen. Die Sulusschmiede arbeitet sogar absichtlich darauf hin, das eingeschmolzene Eisen theilweise gaar zu machen. Dieß gaare Eisen ist aber oft kein reines, sondern ein mehr oder weniger hartes Stabeisen, oder auch ein wirklicher, wenn gleich sehr ungleichartiger Stahl. Die Frischer nehmen diese Stahlklumpen, welche sich durch ihre röthliche Farbe zu erkennen geben, aber sonst alle Kennzeichen des gaaren Eisens an sich tragen, zuweilen aus dem Herde, um sie zum Verstählen ihrer Werkzeuge anzuwenden. Dieser Stahl wird Luppstahl genannt. Er ist nur ein zufälliges und eigentlich durch ein Versehen des Arbeiters entstandenes Product im Frischherde. Soll aber aus Roheisen mit einem großen Kohlegehalt, sowie überhaupt aus Roheisen, welches in dem Frischherde erst in den tropfbarflüssigen Zustand übergeht, ehe die Abscheidung der Kohle erfolgen kann, absichtlich Stahl und nicht Stabeisen dargestellt werden, so ändert man den Frischproceß dahin ab, daß man das Gaarwerden des Roheisens durch eine langsame Behandlung unter dem Winde zu bewirken sucht, statt daß man es bei der Stabeisenbereitung stets über und vor dem Windstrom zu halten bemüht ist. Durch diese langsame Behandlung unter dem Winde soll die Kohle im Eisen nach und nach verbrennen, und der Arbeiter soll es in seiner Gewalt behalten, den Proceß in dem Augenblick zu beendigen, wenn er glaubt, daß der Stahl die nöthige Gaare erhalten hat, welches Gefühl, Erfahrung und Uebung ihn lehren. Bei der Stabeisenerzeugung würde das Frischen unter dem Winde zu langsam zum Zweck führen und die völlige Abscheidung der Kohle doch nicht bewirken. Deßhalb muß der Wind das halbflüssige Eisen bei

der Stabeisenbereitung unmittelbar ergreifen können, oder das Eisen muß im fast gefrischten Zustande noch einmal vor der Form und vor dem Windstrom niederschmelzen.

Wesentlich verschieden von dieser Schmelzstahlbereitung aus rohschmelzendem Roheisen ist das Verfahren, welches bei gaarschmelzendem, weißem, seines Kohlegehaltes großentheils schon beraubtem Roheisen angewendet wird. Dieß Roheisen gelangt im Herde nicht in den flüssigen Zustand, sondern der Uebergang in Stahl wird durch das Cementiren der halbgeschmolzenen Roheisenmasse über dem Windstrom bewirkt, und es muß daher als ein schon fertiger Stahl auf den Boden des Herdes niedergehen. Zwischen der Schmelzstahlbereitung aus solchem Roheisen und zwischen der Steyer'schen Einmalschmelzarbeit, findet auch wirklich kein Unterschied statt und die Beschaffenheit des dargestellten Productes ist theils von dem Kohlegehalt des weißen Roheisens, theils von der Stärke des Windes abhängig, der beim Niederschmelzen angewendet wird. Zur Stabeisenbereitung nimmt man Roheisen, welches schon mehr Kohle verloren hat (luckiges Floß, gebratenes Scheibeneisen); zur Stahlbereitung treibt man die Vorbereitung des Roheisens nicht so weit. Schmelzt man bei schwächerem Winde ein, so erhält man aus demselben Material ein stabeisenartiges Product, welches bei stärkerem Winde, wegen des schnelleren Niedergehens und der daraus entspringenden unvollkommneren Entkohlung guten Rohstahl giebt. Es kommt also bei dem gaarschmelzenden Roheisen nur darauf an, dasselbe so lange, als es nöthig ist, über dem Windstrom zu erhalten. Bei dem rohschmelzenden Roheisen ist zu gewissen Perioden ein scharfer Wind erforderlich, um das Roheisen nicht schon halbgefrischt niedergehen zu lassen, und um das im Herde schon niedergegangene Eisen, welches durch die Einwirkung des Luftstromes an der Oberfläche zur Gaare gelangt ist, wieder in einen recht flüssigen Zustand versetzen zu können, damit die Kohle in der ganzen Masse des Eisens möglichst gleichartig vertheilt wird. Das Verdicken des im Herde eingeschmolzenen Roheisens hat vorzüglich den Zweck, daß es bei

abnehmender Temperatur nicht wieder zu grauem Roheisen erstarrt, sondern eine breiartige Masse bildet, die sich bei dem theilweise erfolgenden Erstarren in weißes Eisen umändert. Das Spiegeleisen, welches unter allen Roheisenarten die leichtflüssigste ist, bedarf zum Verdicken kaum der gaaren Zuschläge, indem der Windstrom allein schon genügt; allein das leichtflüssige graue Roheisen ist wegen der höheren Temperatur, die es zum Schmelzen erfordert, schon weniger geneigt, sich im Herde in weißes Roheisen umzuändern. Sollte diese Umänderung durch den Windstrom bewirkt werden, so würde viel Eisen verschlackt werden. Deßhalb muß man die Temperatur entweder durch Zusatz von fertigem Stahl oder auch von Stabeisen erniedrigen, — ein Verfahren, bei welchem der Stahl sehr ungleichartig ausfällt; — oder man muß zu der Anwendung gaarender Zuschläge schreiten, welche mit dem flüssigen Eisen fleißig durchgerührt werden, so daß die Masse vor dem stechenden Winde zum Kochen kommt. Immer wird aber die Rohstahlfrischerei, bei welcher Spiegeleisen oder graues Roheisen von leichtflüssigen Beschickungen angewendet werden, deßhalb ein unvollkommener Proceß bleiben, weil der Erfolg ganz allein von der Fertigkeit und Uebung der Arbeiter abhängt. Bei dem weißen Roheisen mit geringem Kohlegehalt, — welches aus dem Spiegelfloß und aus dem grauen Roheisen absichtlich bereitet werden müßte, wenn die Schmelzöfen, wie gewöhnlich, diese Roheisensorten liefern, — hängt von der Geschicklichkeit der Arbeiter ungleich weniger ab, als von der Beschaffenheit, nämlich von dem Kohlegehalt des Roheisens, und von der Stärke des Windstroms, der beim Niederschmelzen angewendet wird. Dennoch zieht man in manchen Gegenden, aus hergebrachter Gewohnheit, und weil man dem guten Ruf des Stahls nicht schaden will, das Roheisen mit großem Kohlegehalt dem weißen Roheisen mit geringem Kohlegehalt vor, und es würde allerdings sehr schwierig sein, ein anderes, den Arbeitern unbekanntes Verfahren einzuführen, indem nicht geleugnet werden kann, daß auch bei der Anwendung des weißen Roheisens

mit geringem Kohlegehalt der Geschicklichkeit des Arbeiters noch viel überlassen werden muß.

I. Schmelzstahlbereitung aus grauem, rohschmelzendem Roheisen.

Dies Verfahren ist in Norddeutschland und in Schweden, mit einigen unbedeutenden Abweichungen im Feuerbau, eingeführt. Die hier folgenden Abbildungen, Fig. 1 bis 4, stellen die

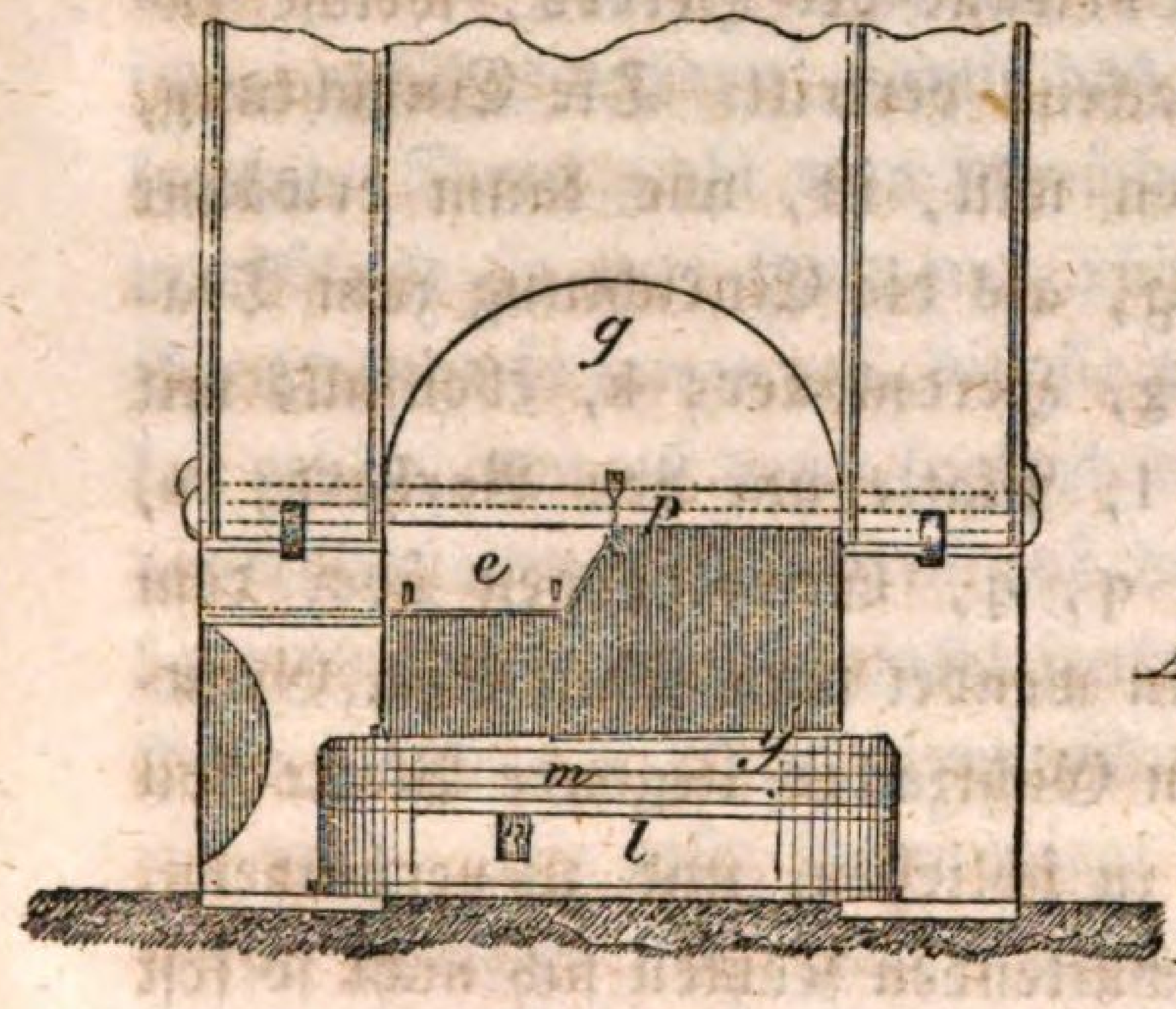


Fig. 1.

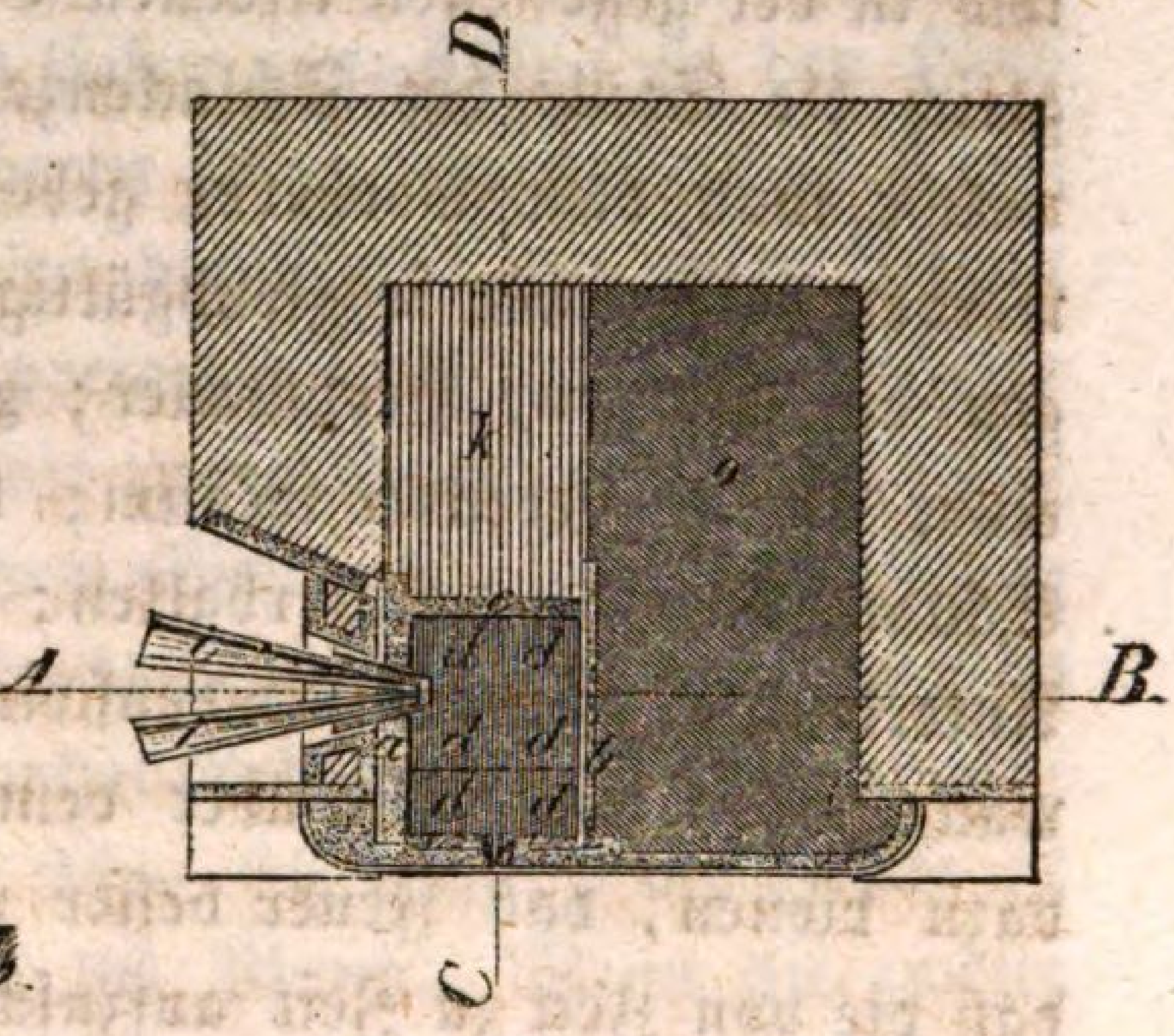


Fig. 2.

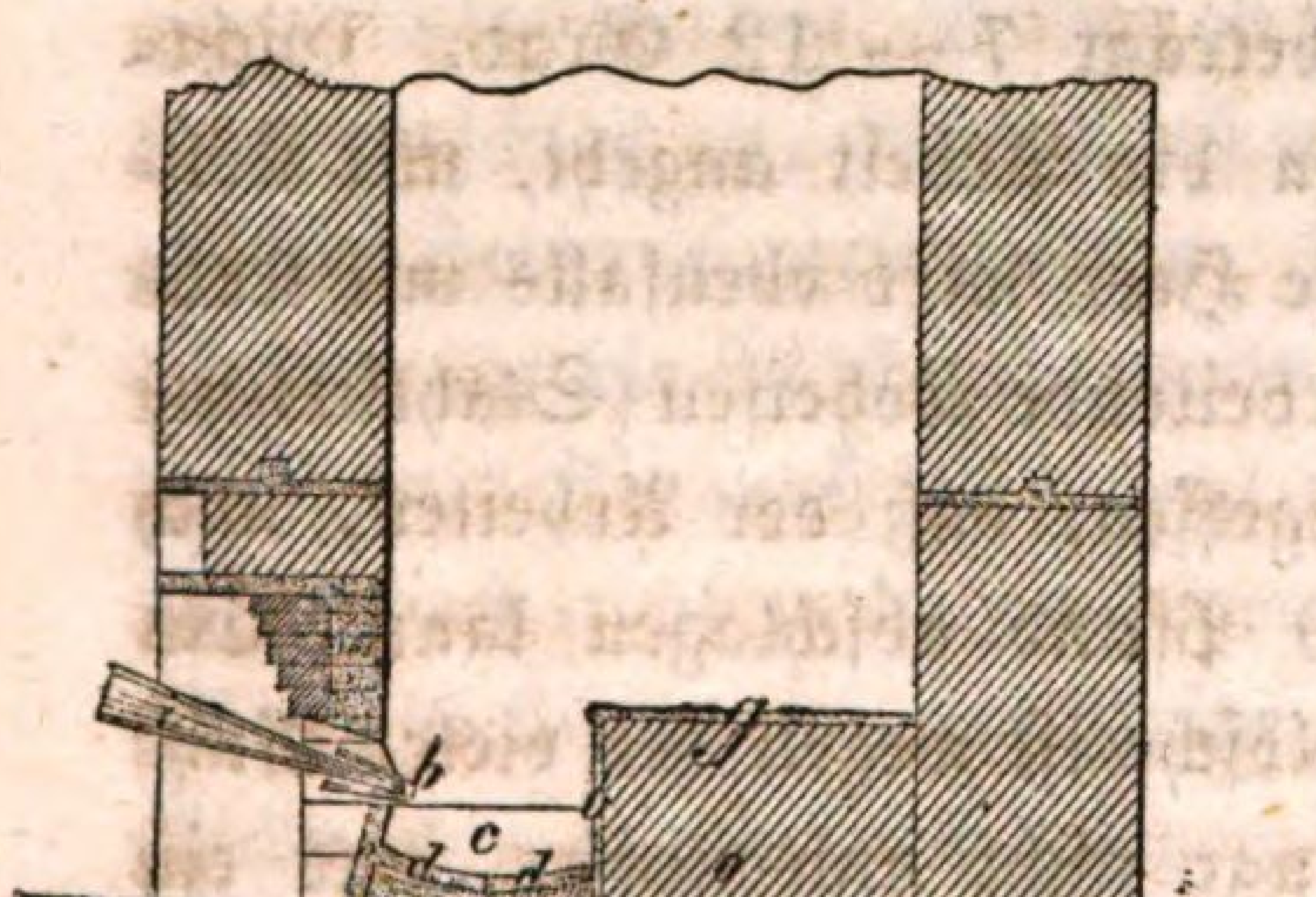


Fig. 3.

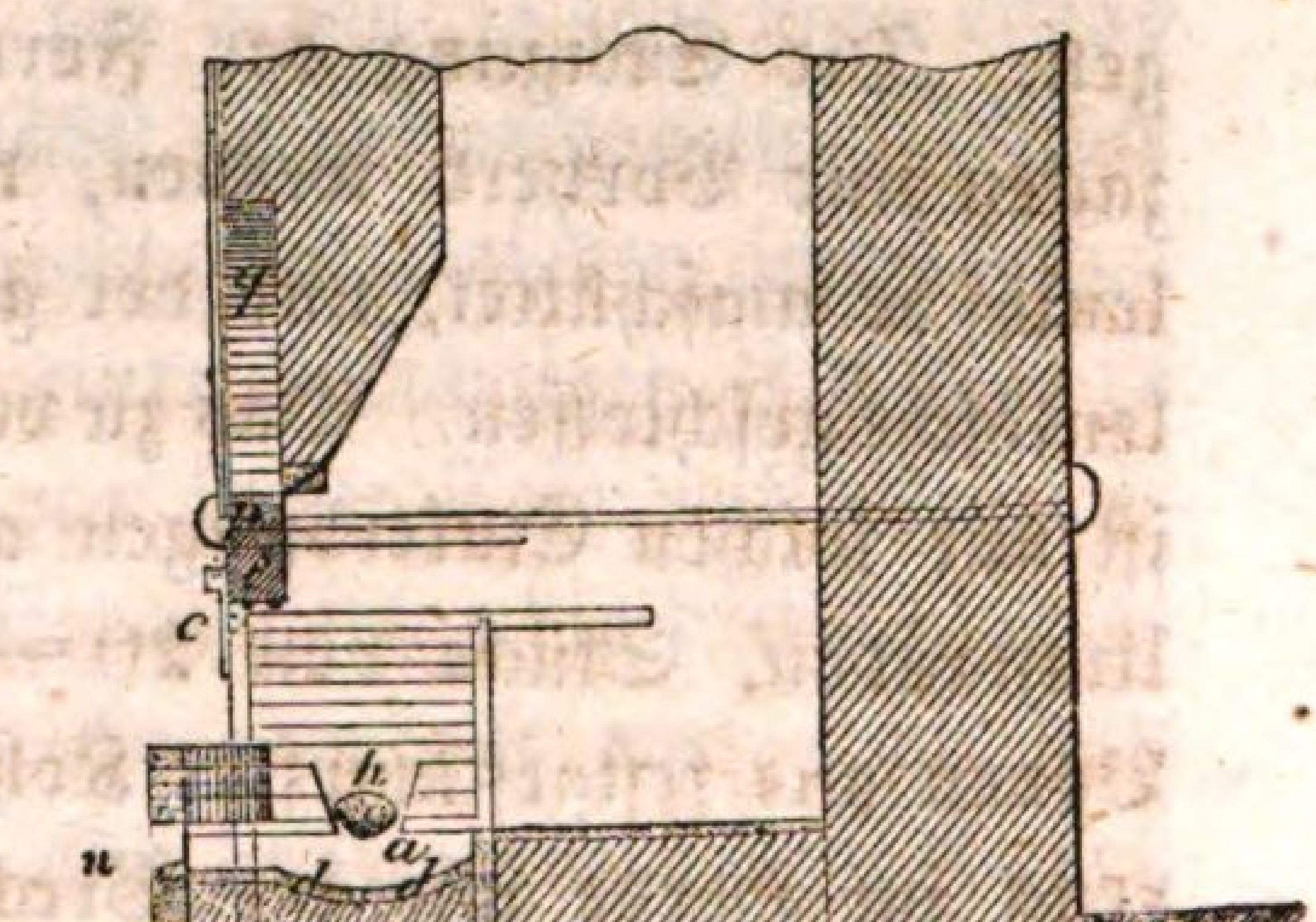


Fig. 4.

Einrichtung eines solchen Rohstahlfeuers vor. Fig. 2 ist ein Horizontaldurchschnitt in der Formhöhe; Fig. 3 ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie AB; Fig. 4 ein senkrechter Durchschnitt nach der Linie CD des Horizontaldurchschnitts, und Fig. 1 die

vordere Ansicht. Es sind in diesen Figuren: a der Formzacken, mit einer Steigung von 12 Graden in den Herd; b der Gichtzacken (Widerblase) mit einer Steigung von 3 Graden aus dem Herde, um die Luppe (den Schrei) besser ausheben zu können; c der Hinterzacken, ebenfalls mit einer Steigung von 3 Graden aus dem Herde; d die Bodensteine; e eine am Tragebalken der Esse aufgehängte Mauer (Augenmauer), an welcher bei der Arbeit noch ein dünnes Blech, f, (Fig. 4) befestigt wird, damit die Augen des Arbeiters von der Flamme weniger leiden; m das Schlackenloch in der gegossenen eisernen Vorwand des Herdes, welche zugleich die Stelle des Schlackenzackens vertritt. Die Einrichtung, welche man dem Vorherde geben will, ist, wie kaum erwähnt werden darf, eben so gleichgültig, als die Einrichtung zum Tragen der Esse. o, Herdmauer; g, Herdmauer; k, ebenfalls mit einer Platte bedeckter Raum; l, Platte um den Vorherd; n, Schlackenloch; p, Ankerbalken; q, q, Gewölbbogen über dem Ankerbalken. Zu dem Bodenstein wendet man Sandstein, Grauwacke u. s. f. an. Die über dem Gichtzacken liegende Platte soll dazu dienen, das Feuer besser zu schließen, und zu verhindern, daß die von Zeit zu Zeit aufzuschüttenden Kohlen sich nicht so fest vor der Gicht setzen, sondern schon entzündet in den Herd gelangen. Die Steigung der Form beträgt 7 — 12 Grad. Gichtzacken und Vorherd werden, wenn die Arbeit angeht, mit Kohlenlösche umschüttet, und der ganze Herd wird ebenfalls mit Kohlenlösche geschlossen. Das zu verarbeitende Roheisen (Stahlkuchen) ist mit solchen Einkerbungen abgegossen, daß der Arbeiter, nach Umständen, Stücke von 20 — 40 Pfund abschlagen kann. Ein Boden aus festgestampfter Kohlenlösche ist wegen des vielen Rührens im Herde mit der Brechstange nicht anwendbar, und ein gegossener Boden würde bald weggeschmolzen werden.

Die einzuschmelzenden Roheisenstücke (Heitzen) werden alle vorher bei der Gicht angewärmt, und dann einzeln nach und nach so in den Herd gebracht, daß sie am Gichtzacken senkrecht stehen. Der ersten Heitze giebt man einen Zusatz von Stockschlacke, damit sich der Sandsteinboden mit Schlacke bedeckt. Die Schirbel

von der vorigen Luppe liegen auf der Kohlenlösche, mit welcher der Hinterzacken bedeckt ist, um sich dort anzuwärmen und die Lösche festzuhalten. Von den angewärmten Schirbeln wird einer nach dem andern mit der Schaufel hervorgezogen und über die Form gelegt, bis sie die zum Ausschmieden erforderliche Hitze erhalten. Die erste senkrecht bei dem Gichtzacken in den Herd gebrachte Heitze schmelzt nach und nach leicht ein, weil der Wind tief geht. Sollte sie nicht niederrücken wollen, so hilft man mit einer kleinen Brechstange nach und stellt sie etwas schief, näher gegen die Form. Beim Einschmelzen muß der Wind scharf geführt werden, damit das Eisen ganz flüssig in den Herd kommt. Dann giebt man schwächeren Wind, bringt etwas Hammerschlacke in den Herd und rührt die Masse mit einer kleinen Brechstange so lange um, bis sie breiartig wird und einige Zähigkeit erhält, worauf dann sogleich die zweite Heitze, welche während der Bearbeitung der ersten auf dem Gichtzacken lag und rothglühend geworden ist, ebenfalls senkrecht bei dem Gichtzacken in den Herd gelassen und bei einem starken Gebläsewechsel eingeschmolzen wird. Die erste Heitze wiegt 24 — 25 Pfund; die zweite ist etwas schwerer, und wiegt etwa 30 Pfund. Wenn die zweite Heitze schmelzt, muß die erste, schon breiartig gewordene, wieder ganz flüssig werden. Sollte es sehr roh gehen, so setzt man etwas Hammerschlag zu, was indeß möglichst zu vermeiden ist. Ist die zweite Heitze eingeschmolzen, so giebt man wieder schwächeren Wind, um die Masse abermals in einen breiartigen Zustand zu versetzen. Sie muß sich zuletzt wie ein steifer Teig anfühlen lassen, jedoch nicht zu hart werden. Sodann folgt die dritte, einige 40 — 50 Pfund schwere Heitze, welche ebenfalls vorher auf dem Gichtzacken angewärmt worden ist. Sie wird unter einem starken Gebläsewechsel eingeschmolzen, um die Masse im Herde wieder flüssig zu machen. Ist das Einschmelzen beendigt, so bringt man allenfalls etwas Hammerschlacke in den Herd, rührt die Masse dabei stark um, und läßt das Gebläse etwas, obgleich nicht viel, langsamer gehen. Sobald man mit der Brechstange fühlt, daß sich die Masse auf dem Boden festsetzt und geschmeidig wird, wo-

bei sich gaare Schlacke an der Brechstange anhängt, giebt man sehr scharfen Wind, und rührt dabei stark im Herde, damit ein heftiges Kochen entsteht, wobei die Kohlen sogar gehoben werden. Mit dem Rühren wird so lange fortgefahren, bis sich das Eisen über dem Boden als ein Kuchen ausbreitet, den man so gaar werden läßt, daß man ihn mit der Brechstange gar nicht mehr durchstechen kann. Dann setzt man das vierte, einige 30 Pfund schwere Stück eben so wie die vorhergehenden ein, nur etwas mehr in die Mitte des Kuchens, so daß der Rand desselben verschont bleibt, aber die Mitte desselben durch das einschmelzende Stück bis auf den Boden durchfressen wird. Das Gebläse, welches beim Einschmelzen stark wechselte, muß nun etwas langsamer gehen, wobei man mit der Brechstange in der Mitte des Kuchens rührt, um die Masse, welche wieder aufkocht, gaar zu machen. Mit dem Umrühren wird so lange fortgefahren, bis sich das Eisen gesetzt hat. Auf dieselbe Art verfährt man mit dem fünften, ebenfalls einige 30 Pfund schweren Stück, welches sich auch durch die Mitte des Kuchens durchfressen muß. Oft wird noch ein sechstes Stück eingeschmolzen, wobei das Verfahren dasselbe ist. Die letzte Heitze muß unter schnellem Gebläsewechsel gerührt werden, damit die Luppe eben wird und in der Mitte nicht ein Loch erhält. Bemerkt man dies, so muß das Gebläse langsamer gehen. Wenn der Stahl in diesem Zustande der Wirkung des Luftstroms lange ausgesetzt bleibt, so bekommt er eine Eisenhaut, weßhalb man das Gebläse zur rechten Zeit in Stillstand setzen muß. Dieser Zeitpunkt läßt sich theils durch das Anfühlen der Luppe mit der Brechstange bestimmen, indem die Masse ganz hart wird, theils dadurch, daß sich an der Brechstange ein kleiner weißer Vogel, oder eine gaare Schale ansetzt. Ist das Gebläse in Stillstand gesetzt, so räumt man die Kohlen und Lösche von der Oberfläche der Luppe ab, und läßt sie einige Zeit ruhig stehen, damit sie sich abkühlt und nichts davon am Boden hängen bleibt, wenn sie ausgebrochen wird. Sie wird dann unter dem Hammer in 6, 7 oder 8 Stücke zerhauen. Weil sie auswendig immer etwas roher ist als in der Mitte, wo sie unmittelbar vom Windstrom getroffen

wird, so werden die Schirbel in Gestalt von Pyramiden, deren Spitzen sich im Mittelpunkt der Luppe vereinigen, ausgehauen. Das Ausschmieden findet bei der Bereitung der nächstfolgenden Luppe statt. Der Proceß erfordert kräftige und geübte Arbeiter wegen des vielen Umrührens im Herde. Zu 100 Pfunden preuß. Rohstahl sind 35—36 rheinl. Kubikfuß Holzkohlen erforderlich. Aus 3 Centnern Roheisen erfolgen zuweilen nur 2 Centner Rohstahl, obgleich sehr geübte Arbeiter, wenn sie gutes leichtflüssiges Roheisen verarbeiten, aus 4 Centnern Roheisen auch wohl 3 Centner Rohstahl liefern. Wöchentlich können in einem Herde selten mehr als 25 Centner Rohstahl bereitet werden.

II. Schmelzstahlbereitung aus weißem, rohschmelzendem Roheisen.

Das Verfahren ist von demjenigen, bei welchem man graues Roheisen anwendet, fast gar nicht verschieden. Nur das Verhalten des weißgaaren Roheisens, bei einem geringeren Grade der Temperatur in Fluß zu kommen und sich ungleich rascher zu verdicken, macht eine größere Beschleunigung des Processes möglich und verursacht zugleich, daß der Stahl gleichartiger ausfällt. Bei dem grauen Roheisen verliert ein Theil des Eisens beim Verdicken zuweilen schon zu viel Kohle, während ein anderer Theil noch sehr roh geblieben ist. Die ungleichartigere Beschaffenheit des Rohstahls aus grauem Roheisen macht auch eine sorgfältigere Bearbeitung beim Ausschweißen und Ausschmieden nothwendig. Der Rohstahl aus weißgaarem Roheisen schmiedet sich leicht und bekommt weniger oft unganze und schiefrige Stellen, welche bei dem Rohstahl aus grauen Roheisen nur mit einem großen Zeitverlust beim Ausschmieden verbessert werden können. Deßhalb kann ein Hammer bei grauem Roheisen nicht mehr als ein Rohstahlfeuer versehen, wogegen man bei der Verarbeitung von Spiegeleisen mit einem Hammer zu zwei Heerden ausreicht. Bei strengflüssigem grauen Roheisen würden die Schwierigkeiten beim

Frischen und Ausschmieden so groß werden, daß daraus mit Vortheil gar kein brauchbarer Rohstahl angefertigt werden kann. Bei gutem weißgaarem Roheisen liefert ein Rohstahlherd wöchentlich 40 — 50 Centner Rohstahl mit einem Eisenverlust von 25 — 27 Procent und mit einem Holzverbrauch von 17 — 18 Kubikfuß Holzkohlen aus hartem Holz, zu 100 preuß. Pfunden Rohstahl. Man wirft die ausgeschmiedeten Stäbe noch rothglühend in fließendes kaltes Wasser, um sie zu härten und dann leicht zerschlagen zu können, wobei zugleich der sprödere oder härtere Stahl (Edelstahl) von dem weicheren und eisenartigeren (aus der Mitte der Luppe erfolgenden) abgesondert wird. — Auch bei der Anwendung des weißgaaren Roheisens besteht der Proceß des Rohstahlfrischens darin, daß die zu einer Luppe bestimmten 6 oder 7 Stücke Roheisen nach und nach an der Gichtseite eingeschmolzen werden, und daß man, jedesmal nach erfolgtem Einschmelzen eines Stückes, die dadurch ganz oder zum Theil wieder flüssig gewordene stahlartige Masse im Herde, abermals bis zu einem gewissen Grade wieder gaar werden läßt.

Nebenstehende Figur 5 zeigt ein Stahlfeuer im Längedurchschnitt, so wie es im Siegen'schen zur Verarbeitung des aus Spatheisenstein dargestellten Spiegeleisens angewendet wird. g ist der Gichtzacken, i die Vorwand, m und o einzuschmelzende Roheisenplatten, n die Form und u die Düse.

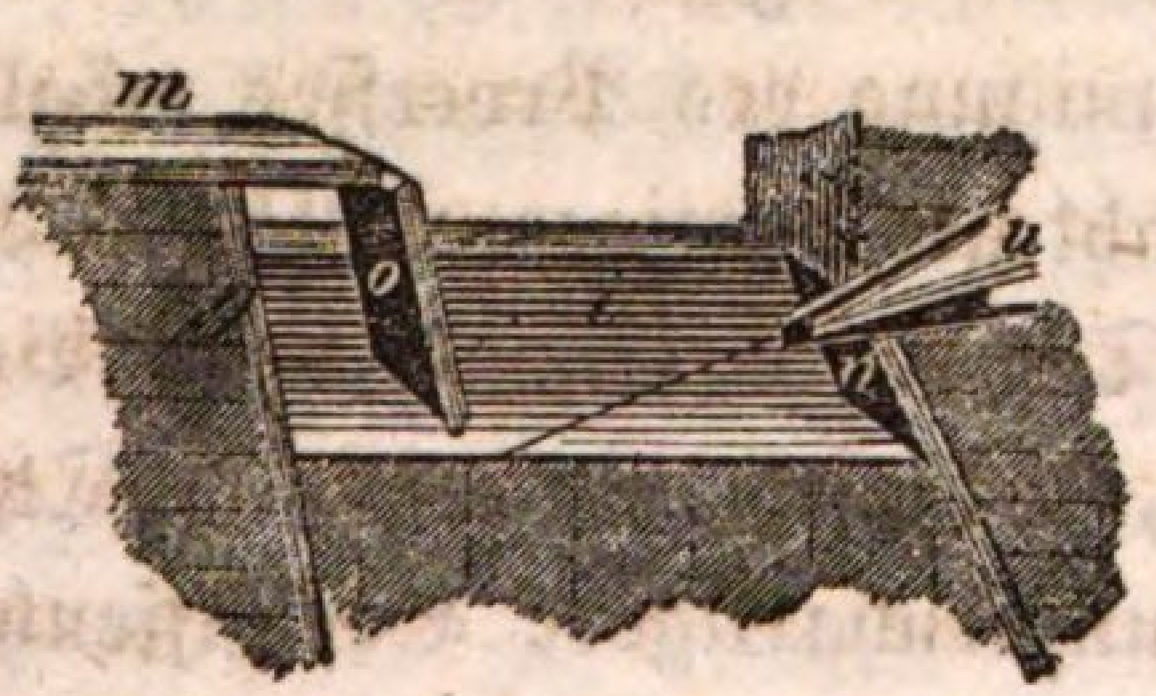


Fig. 5.

Das Verfahren ist in den Siegen'schen und Westphälischen Rohstahlhütten folgendes: Dem Windstrome gegenüber schmelzt man in dem stark angeheizten und mit glühenden Kohlen gefüllten Herde sechs bis sieben, 1 — 2 Zoll dicke Platten von Spiegeleisen nieder. Das Eisen der ersten Platte muß nur wenig Mangan enthalten; es wird erhalten, wenn man $^1/_3$ Th. Spatheisenstein und $^2/_3$ Brauneisenstein verschmilzt. Die übrigen Platten bestehen aus Spiegeleisen. Die erste Platte muß so eingeschmolzen wer-

den, daß das Eisen unter der Decke von Schlacken, welche man in den Herd geschüttet hat, vollständig flüssig ist; durch die Einwirkung des Windes auf die Schlacke und der Schlacke auf das Eisen wird dem letzteren so viel Kohle entzogen, daß es steif wird. Ist dieses geschehen, so schmilzt man die zweite Platte ein, welche das schon steif gewordene Eisen vollständig wiederum flüssig machen muß, und nun läßt man wieder die Luft einwirken, bis auch diese Masse steif geworden ist. Die darauf eingeschmolzenen Platten machen nur die Mitte des steifgewordenen Eisens wieder flüssig, doch stets so, daß ein vollständiges Durchschmelzen in der Mitte stattfindet.

Hat man alle Platten eingeschmolzen, so wird die festgewordene Eisenmasse (circa 400 Pfund) unter den Hammer gebracht und mittelst des Setzeisens, worauf der Hammer schlägt, von der Mitte aus in acht bis zehn keilförmige Stücke zertheilt. Ein Stück wird nach dem andern während des folgenden Einschmelzens ausgeschmiedet, indem man sie zwischen die einzuschmelzende Platte und die Form, und zwar höher als die Form, legt. Derjenige Theil, der nach unten gekehrt, ist natürlich kohlehaltiger als der obere, und der äußere Rand kohlehaltiger als die Mitte. Beim Ausschmieden muß man daher besonders darauf sehen, daß die kohlehaltigen Theile dem Windstrome mehr ausgesetzt sind, als die andern; auch werden sie, um die Entkohlung noch mehr herbei zu führen, in die Schlacke getaucht. Hat man das einzelne Stück bis zu einer Länge von 7 Fuß, einer Breite von 1½ und einer Dicke von 1¼ Zoll ausgeschmiedet, so wird die heiße Stange in kaltes Wasser geworfen. Mit der erkalteten Stange schlägt dann der Arbeiter auf die Kante eines Amboßes, wodurch der Theil der Stange, welcher aus hartem Stahl besteht und dem äußeren Rande der eingeschmolzenen Eisenmasse entspricht, bei jedem geringen Schlage spröde wie Glas abspringt.

Dann kommt ein Theil, welcher mehr Kraftaufwand zum Zerschlagen bedarf; der Theil der Stange, welcher dem Mittelpunkt der eingeschmolzenen Masse zugekehrt war, widersteht den Schlägen; dies ist eine weichere Stahlart, welche zu Sensen,

Sägeplatten u. dgl. sehr gut anwendbar ist. Der abspringende Theil, welcher $^2/_3$ des Stahls beträgt, wird Edelstahl genannt, und ist das Hauptmaterial der schönen Stahlwaaren der Grafschaft Mark.

Auf einigen Rohstahlhütten ist es eingeführt, nach dem Gaarmachen des dritten Stückes (der dritten Heitze), und wenn das vierte eingesetzt und eingeschmolzen ist, altes Schmiedeeisen mit in den Herd zu bringen, wodurch sich der Stahl natürlich früher setzt oder gaar wird. Dieser Zusatz des alten Schmiedeeisens wird nach dem Einschmelzen des fünften und sechsten Roheisenstückes wiederholt, so daß bei einer Luppe zu 2 Theilen Roheisen wohl zuweilen 1 Theil altes Stabeisen verwendet wird. Dies Verfahren trägt zwar zur Vergrößerung der Production bei, erfordert aber eine sehr sorgfältige Arbeit, weil sonst ein sehr ungleichartiger Stahl erzeugt wird. — Auf anderen Hüttenwerken ist es gebräuchlich, die Abfälle von geschmiedetem Eisen bei großen Fabriken, z. B. bei Blechhütten, Gewehrfabriken u. s. f. zur Stahlbereitung anzuwenden. Diese Abfälle werden in einem besonderen Herde (in einer mit Kohlenlösche ausgefütterten Grube) zuerst umgeschmolzen, wodurch man eine mehr roheisenartige als stahlartige Masse erhält, die in einem Frischherde, bei einem langsamen Wechsel des Gebläses, wieder eingeschmolzen und mit einem Theil von den nicht umgeschmolzenen Eisenabfällen versetzt wird.

Für die Drahthütten bereitet man zuweilen eine Art Schmelzstahl, welche wegen ihrer Härte zu den Zieheisen sehr gesucht und geschätzt wird. Dieser Stahl — der sogenannte wilde Stahl — ist eigentlich eine Art von Gußstahl, der aber nur zu dem erwähnten Zweck angefertigt wird, weil er wegen seiner außerordentlichen Härte weder Geschmeidigkeit noch Schweißbarkeit besitzt, so daß er als ein wahres Mittelding zwischen Roheisen und Stahl betrachtet werden muß. Die Anfertigung dieses Stahls geschieht wie die des gewöhnlichen Rohstahls, nur daß man die Masse nicht dazu kommen läßt, sich zu einem Kuchen auf dem Boden zu setzen, sondern daß man den Stahl in dem Augenblick aus dem Schlacken-

loch absticht, wenn er eben aufzukochen und die Kohlen in die Höhe zu heben anfängt, welches jedesmal vor dem Gaarwerden geschieht. Man giebt dem Boden einige Neigung nach dem Schlackenloch, damit der Stahl abfließen kann.

III. Schmelzstahlbereitung aus weißem gaarschmelzendem und aus weißem Roheisen mit einer Vorbereitung.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Rohstahlfabrikation in Steiermark, Kärnthen, Inneröstreich und Tyrol. Die Spatheisensteine der beiden ersten Provinzen liefern ein treffliches Material, welches mit geringen Ausnahmen zu weißem Roheisen verschmolzen wird, von dem man die harten oder sperren Abänderungen vorzugsweise zum Stahlschmelzen benutzt. Das Roheisen in Kärnthen kommt in zwei verschiedenen Gestalten vor, in Gänzen, welche den Namen Stritzelflossen oder schlechtweg Flossen führen, und in Scheibeneisen, gewöhnlich Blatteln genannt. Die Flossen werden auf die gewöhnliche Weise in Sandformen abgestochen und gewöhnlich nur zur Erzeugung des Rohstahls verwendet, während die Blatteln vorzugsweise zur Stabeisenfabrikation kommen. Man erhält die Blatteln, indem man das Roheisen aus den Blauöfen in runde Vertiefungen oder Sümpfe in dem Herde absticht, Wasser darauf gießt und die dadurch erstarrten, etwa 2 Linien dicken Scheiben, nach und nach abhebt.

Läßt man kleine Abweichungen unberücksichtigt, so kann man drei Hauptarten des Rohstahl-Frischens in den genannten Provinzen unterscheiden: die steirische, die kärnthnerische und die sogenannte paalerische. Das Abweichende in diesen drei Methoden ist theils in der Verschiedenheit des zu verfrischenden Roheisens oder des darzustellenden Rohstahls, oder in örtlichen Gewohnheiten begründet. Die erstere Methode ist die einfachste und verbreitetesie, die zweite und dritte sind nahe mit einander verwandt, es ist jedoch die letzte weit umständlicher und kostspieliger

und daher auch nur auf einem einzigen Werke, in der Paal, üblich, liefert aber ein ganz vorzügliches Product.

1. Die steirische Rohstahlarbeit

hat die größte Aehnlichkeit mit der steirischen Löscharbeit für Stabeisen, und man kann daher zu beiderlei Arbeiten ein und dasselbe Feuer benutzen.

Fig. 6, stellt ein steiersches Stahlfrisch= oder sogenanntes

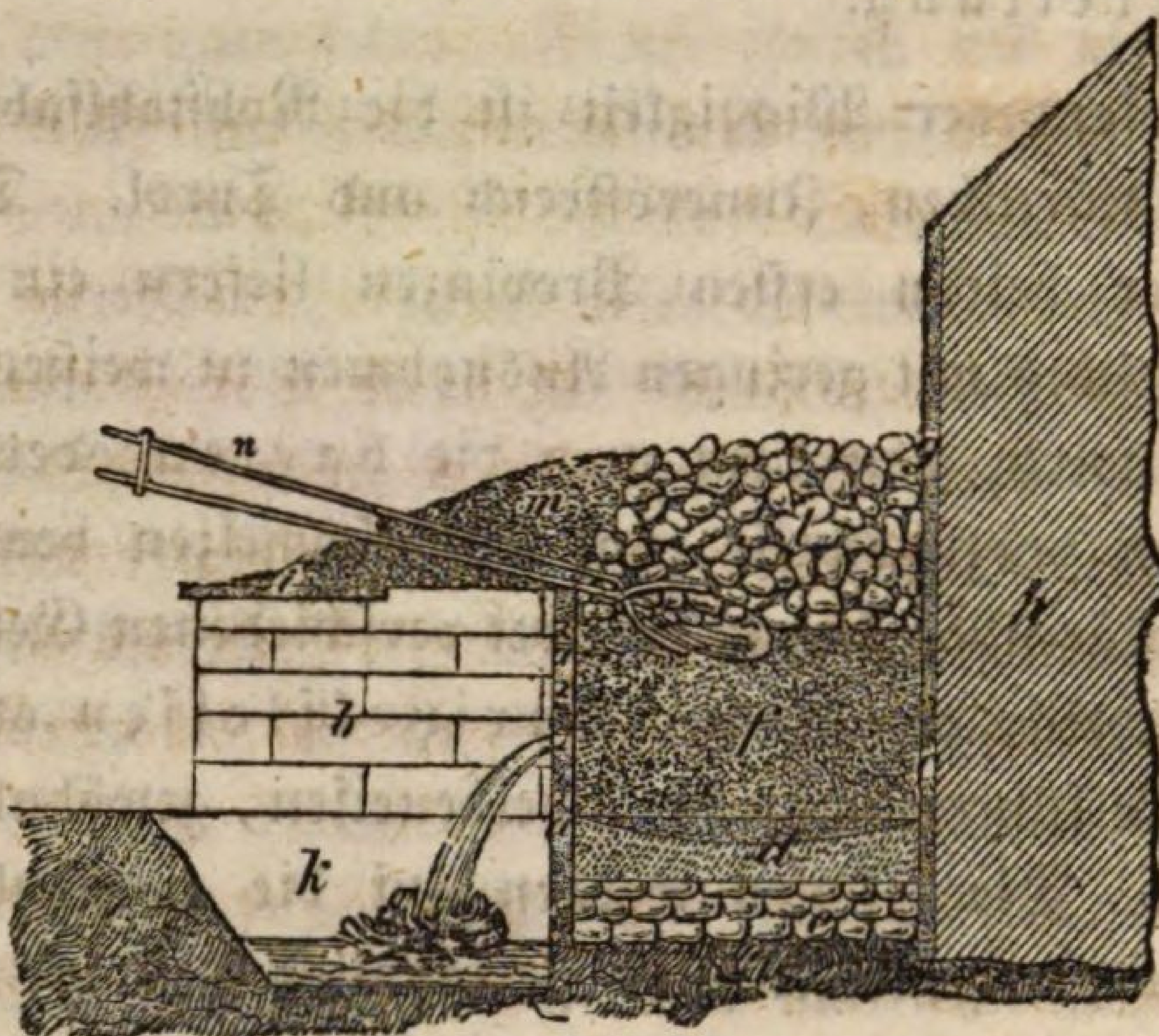


Fig. 6.

Hartzerrenefeuer dar, und zwar in einem vertikalen Durchschnitt durch die Mitte des Vorder= und Hinterzackens (die Zacken werden hier Abbrände genannt), so daß man die Formmauer zur Ansicht hat. Der Schlackenzacken (Sinterblech) a, welcher mit vier lothrecht übereinander angebrachten Schlackenlöchern *α* versehen, und vor welchem eine zwischen den Herdmauern b befindliche Nische angebracht ist, wird zu beiden Seiten durch zwei Steine in dieser Nische festgehalten. Der Formzacken (Abbrand) und der Gichtzacken (Voreisen) sind 21 Zoll lang, der Hinterzacken (Wolfeisen) c und das Sinterblech a haben 28 Zoll Länge, und sämmtliche vier Zacken bilden mit einander rechte Winkel.

Der Herdboden d, dessen Oberfläche söhlig liegt, besteht aus einer 4 Zoll dicken Schicht von Lehm, welcher ein Grundlager, e, von Stein zur Sohle hat. Ueber dem Herdboden befin=

det sich der 10 bis 12 Zoll tiefe, mit Lösche bis zum Formauge ausgestampfte Löschherd (Löschboden) f, in welchem die Rohstahlluppe gebildet wird.

Der Formzacken, auf welchem die Form aufgelagert ist, ragt bis zur Oberfläche des Löschbodens empor und neigt 2 Zoll in den Herd; der Gichtzacken aber um ebensoviel aus dem Herde. Ueber dem lothrechtstehenden Hinterzacken c steht eine gußeiserne Platte, g, zum Schutz der Rückenmauer h.

Die Form (in Steiermark Eßeisen, sonst auch Oeßeisen genannt) ragt 4 Zoll vor dem Formzacken in das Feuer hinein, hat 17 Grad Steigung in dasselbe und zugleich etwas Steigung gegen den Hinterzacken c. Sie liegt in der Mitte des Formzackens und bläst rücksichtlich der Mitte ihres Auges, 10 Zoll vom Sinterblech a. Das Auge der Form ist halbrund, $1\frac{1}{2}$ Zoll lang und $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch, bei einem Obermaule von $1\frac{1}{2}$ Linien. Die $1\frac{1}{3}$ Zoll weiten Mündungen der beiden Düsen sind rund; die eine liegt 5 Zoll, die andere $5\frac{1}{2}$ Zoll von dem Formauge zurück.

Vor dem Sinterbleche a auf der Mauer b liegt die Löschbank i und unten vor dem Sinterbleche in der Hüttensohle befindet sich die Schlackengrube k, in welche die flüssige Schlacke (Lacht, Koth oder Sinter genannt) abgelassen wird.

Fig. 6 stellt das Feuer in dem Zustande dar, in welchem es zu einem neuen Einschmelzen des Roheisens vorgerichtet ist und sich auf dem Löschboden schon etwas Schlacke angesammelt hat, so daß der mittlere in einer Zange n eingespannte Kolben, der mit den übrigen beiden zusammen eingelegten Kolben bis dahin über der Form lag, so tief in das Feuer hineingeschoben worden ist, daß sein vorderes Ende sich dem Formauge gegenüber befindet, wie in der Zeichnung punktirt angedeutet ist. Während die 12 Kolben von der vorigen Luppe so nach und nach zur Schweißhitze gebracht und unter dem Hammer zu vierkantigen Stäben ausgeschmiedet werden, wird das in eine große, 6 Fuß lange Zange eingespannte, einzuschmelzende Rohstahleisen (die Garbe genannt) über die Ecke des Herdes, welche die Gicht und Schlackenplatte

bildet, an das Feuer gerückt, daß dasselbe 6 Zoll über und zugleich 6 Zoll vor die Form zu liegen kommt und so allmählich das Abschmelzen erfolgt. Die auf dem Löschboden des Feuers aufgeschütteten, durch weite Siebe gereinigten Kohlen l sind rings um das Feuer mit Kohlenlösche m umgeben.

Das zur Verarbeitung kommende weiße Roheisen, sogenannte strahlige, blumige oder ganze Flossen, wird häufig Stahlflossen oder Hartflossen genannt, allein es wird auch Spiegeleisen, sowie sogenannte großluckige (poröse) Flossen und halbirtes Roheisen verarbeitet. — Das Brennmaterial besteht hauptsächlich aus fichtenen Kohlen, die zuweilen mit etwas buchenen vermengt sind.

Soll die Arbeit beginnen, so wird Lösche bis auf 7—9 Zoll von der Form entfernt, in das Feuer gebracht, und es werden einige Schaufeln voll zerkleinerter Frischschlacke darauf gestreut. Jemehr diese Löschsohle von der Form entfernt ist, um so roher wird der Gang des Feuers sein. Nun füllt man den Herd bis zur Form mit alter, durch ein grobes Sieb geschlagener Lösche und gräbt vor der Form eine kleine Grube aus. Sobald nun der Dachel oder die Luppe von dem vorhergehenden Frischen ausgebrochen ist, wird die Herdgrube bis auf die Löschsohle ausgeräumt, mit einigen Kübeln voll Wasser abgekühlt und dann der Herd, wie oben bemerkt, hergestellt. In manchen Hütten läßt man den Schwall von dem vorhergehenden Dachel zurück.

Die nun vorbereitete Herdgrube wird bis zur Höhe der Eßbank (Mauer über der Form) mit Kohlen gefüllt, dann ein Löschkranz auf der hintern und Formseite aufgeführt und die zum Ausheitzen bestimmte Stahlmassel von der Eßbank aus eingelegt, nöthigenfalls glühende Kohlen vor die Form gebracht, das Gebläse in Gang gesetzt, wieder Kohlen aufgegeben, darüber einige Schaufeln voll zerkleinerter Frischschlacke gestreut, endlich der Herdraum mit Kohlen ganz gefüllt, darüber Lehmbrei gegossen, und dann allenfalls etwas zerkleinerte Frischschlacke aufgestreut.— Man bringt 150—180 Pfund Flossen in das Feuer, je nachdem jedes einen eigenen Hammer hat oder zwei Feuer von einem

Hammer bedient werden. Das daraus erfolgende Dachel wird gewöhnlich in 12 Masseln zerhauen, indem der Dachel zuerst über's Kreuz und dann jedes dieser Viertel in 3 Masseln zerschroten wird. Diese Masseln werden nur etwas unter dem Hammer gedrückt, um sie besser mit der Zange fassen und im Feuer leichter wenden zu können. Von diesen kleineren Masseln kommen nur drei sogleich zum Ausheitzen in's Feuer, während die übrigen in einen Vorglühherd, der mit der Ueberhitze des Frischfeuers oder mit Kohlenlösche gefeuert wird, kommen.

Gleichzeitig mit den drei Masseln werden etwa 120 Pfd. Flossen von der Ecke der Vor- und Windseite aus so hoch eingelegt, daß dieselben über die Masseln zu liegen kommen. Sie werden vorläufig nur allmählich angewärmt, um das Abspringen des spröden Roheisens zu verhindern. Es schließen auch diese Flossen das Feuer mehr ab. Von großer Wichtigkeit, sowohl für das Ausheitzen als auch zur Bildung des sogenannten Zerrennbodens, ist die Menge und Beschaffenheit der auf die Kohle gestreuten zerkleinerten Frischschlacke; sie muß dem Feuer beim Ausheitzen den nöthigen Saft zur Erlangung saftiger Hitzen und zugleich das Mittel abgeben, um den zum Zerrennboden werdenden Schweißboden in der entsprechenden Höhe anzusetzen und ihn vor dem Erlangen einer zu gaaren Beschaffenheit gegen den Windstrom gehörig zu schützen. Das jedesmal aufzustreuende Quantum läßt sich nicht füglich bestimmen, jedoch kann es zu 25 — 40 Pfund angenommen werden; die Beschaffenheit der Schlacke soll mehr roh als gaar sein.

Zu Anfang des Ausheitzprocesses giebt man nur schwachen Wind, damit die aufgestreute Frischschlacke nicht zu schnell niederschmilzt, allein nach 10 — 15 Minuten wird der Wind verstärkt, und zwar um so mehr, je höher sich der Schweißboden ansetzt. Im Allgemeinen giebt man weniger Wind als bei der Eisenarbeit, da der auszuheitzende Stahl minder starke Hitzen als das Stabeisen vertragen kann, wogegen die schwierigere und meist feinere Ausschmiedung des Stahles öftere Hitzen nothwen-

dig macht. Es ist daher das Ausheitzen der Stahlmasseln und Stahlkolben sehr schwierig und erfordert sehr geübte Arbeiter.

Während des Ausheitzprocesses bildet sich der Schweißboden von den abgeheitzten Massel- und Kolbentheilen und dem allenfalls zugesetzten Hammerschlag. Nachdem der Ausheitzproceß ungefähr eine halbe Stunde im Gange gewesen ist, rückt man die Flossen um einige Zolle vor und wiederholt dies nach einer Viertelstunde, worauf das Abtropfen des Roheisens langsam beginnt, indem man Kohlen über die Flossen aufschüttet; zugleich setzt man etwas Hammerschlag auf die oberste Garbe. Das Ausheitzen der Masseln und das Einschmelzen der Flossen dauert vom Anfang etwa drei Stunden.

Ob die kleinen Stahlkolben am Stahlfeuer selbst ausgeheitzt, oder zu dem Ende einem eigenen Ausheitzfeuer übergeben werden sollen, hängt von mehreren Umständen, hauptsächlich von der Stärke der Stahlstäbe und der Leistungsfähigkeit des Hammerwerks ab, und ist in jedem einzelnen Falle leicht zu ermitteln. Am zweckmäßigsten ist es, daß im Stahlfeuer selbst nur Kolben ausgeheitzt werden.

Bei einem ganz normalen, guten Verlaufe des Zerrenn- oder Einschmelzprocesses wird sich der Zerennboden mit der Brechstange fortwährend eben, mehr oder weniger hart bis schlüpfrig, jedoch nicht klebrig und langsam höher werdend anfühlen lassen, und dabei beständig von einem etliche Zoll tiefen Bade einer dünnflüssigen, ziemlich rohen Schlacke bedeckt seyn; diesen Zustand zu erhalten ist die Aufgabe des Stahlfrischers. — Werden die Flossen zu langsam eingeschmolzen, so ist der Gang zu gaar, der Boden beginnt klebrig zu werden, und es legt sich zuweilen etwas Dünneisen an die Spitze der Brechstange. Werden die Flossen zu schnell eingeschmolzen, so äußert sich dies durch ein völliges Hartwerden des Bodens, der dann stellenweise immer tiefer wird, während das Roheisen zuletzt gänzlich durchrennt. Um dies letztere möglichst zu vermeiden, muß man dahin sehen, daß nicht Stücke von den Flossen abspringen; ein eigenthümlich klingender Ton macht den Arbeiter darauf aufmerksam und es muß dann das

Stück, ehe es zu Boden sinkt, aus dem Feuer geschafft werden. Es ist daher sehr zweckmäßig, die Flossen, sobald schon der größere Theil von ihnen eingeschmolzen ist, auf die hohe Kante zu stellen und abzuschmelzen. — Je härtere Flossen man zu verarbeiten hat, desto mehr gaare Zuschläge muß man anwenden; wenn man daher die Stahlarbeit mit weichen Flossen betreiben muß, so ist man oft nicht im Stande, den erzeugten Hammerschlag zu verbrauchen und es entsteht alsdann ein unverhältnißmäßig hoher Abgang.

Schlacken oder Sinter werden während des Ausheitzens nicht abgestochen, sondern erst nach Vollendung desselben während des Zerrennens, und es muß immer eine gewisse Menge davon im Herde behalten werden, wenn die Arbeit einen regelmäßigen Verlauf haben soll; auch muß die vorhandene Schlacke in einem gewissen Grade roh und in einem gewissen Grade dünnflüssig sein. Wenn daher das Einschmelzen des Roheisens so schnell als zulässig betrieben wird und dessen ungeachtet die Schlacke durch ihr Aussehen an der Brechstange oder in den aufsteigenden Perlen eine zu gaare Beschaffenheit zeigt, so muß man Rohschlacke aufgeben und die zu gaare ablassen.

Mit der Stärke des Windes muß man sich zwar nach der Art des Verlaufes des Processes richten, wie wir schon bemerkt haben; er muß höchstens eine Pressung von 10—15 Zoll Wassersäule haben. Ein zu starker Wind ist bei der Stahlarbeit nachtheilig, weil er das Schlackenbad zu leicht durchdringt, unmittelbar auf den Frischboden wirkt und diesen zu gaar macht. Ebenso muß ein ungleicher und stoßender Windstrom möglichst vermieden werden. Beim regelmäßigen Gange muß das Roheisen vor und während des Abschmelzens vor dem Winde schon nahe die erforderliche Gaare erlangen, worauf es dann unter der Schlackenhülle nach unbedeutendem Aufkochen in den festen stahlartigen Zustand übergeht; ein weiteres Gaaren muß die Beschaffenheit der Schlacke verhindern. Aus demselben Grunde darf bei der Stahlarbeit die Herdgrube nie bis zur Formhöhe, und noch weniger darüber mit dem Schmelzmaterial angefüllt

werden, indem diese höheren Theile nothwendig vom Winde getroffen werden und zu gaar ausfallen würden.

Sobald das bestimmte Roheisenquantum, von welchem das Feuer bis auf 1 oder 2 Zoll unter der Form ausgefüllt erscheinen muß, eingeschmolzen ist, muß man schnell zu Ende kommen. Sobald daher die letzten Flossen eingegangen sind, schürt man schnell das Feuer etwas zusammen, sticht die Schlacke in die mit Wasser gefüllte Sintergrube ab, wirft eine Schaufel voll nasser Schlacke in den Herd, und stellt das Gebläse ein. Der Stahldachel wird jedoch nicht sogleich ausgestochen, sondern man lüftet ihn nur etwas und läßt ihn dann eine Viertel- bis eine halbe Stunde noch in der Grube, damit er sich etwas abkühlt, indem er in der vollen Hitze unter den Hammerschlägen zerfallen würde; jedes beschleunigte Abkühlen ist nachtheilig. Nachdem der Dachel aus dem Herde genommen worden ist, wird derselbe sogleich wieder vorbereitet. Die ganze Zeit von einem Dachel zum andern beträgt nahe 4 Stunden. — Beim Zerschroten ist eine starke Wirkung des Hammers nothwendig. Gewöhnlich wird der ganze Dachel nicht auf einmal, sondern in zwei oder drei Malen durchgehauen, wobei die Schrothacke öfter im Wasser abgekühlt werden muß. — Ein 7 — 8 Centner schwerer Hammer ist beim Zerschroten der Dachel sehr zweckmäßig, taugt aber nichts zum Ausschmieden der oft nur 1 Zoll im Quadrat starken Stahlstäbe, weßhalb ein 5 — 6 Centner schwerer Hammer, der 120 Schläge in der Minute macht, genügt.

Das Ausschmieden der Stahlhitzen erfordert viele Vorsicht, weßhalb ein ungeschickter Schmied sehr viel schaden kann. Hat ein als hart erkannter Stahlmassel oder Kolben starke Hitze erhalten, so läßt man ein solches Stück auf den Ambos gelegt erst etwas abkühlen, was man durch Wasserkühlung beschleunigen kann, womit man auch ungleich erhitzte Stellen abkühlt. Dann läßt man einen oder zwei Schläge fallen, um das Verhalten der Hitze zu sehen, und läßt den Hammer darauf liegen, wenn der Massel unganz wird, verbessert die unganzen

Stellen auch wohl mit Handhämmern, oder bringt die Massel in das Feuer zurück, um ihr eine neue Hitze zu geben. Bei den ersten Hammerschlägen wird jede gute Stahlhitze etwas unganz werden, besonders unter den Schlägen eines schweren Hammers; allein in der darauf entsprechend hergestellten Temperatur lassen sich die unganzen Stellen vollkommen ganz machen, sobald der Stahl nicht zu roh ist. Zu rohe Stücke müssen zwei- bis dreimal wieder in Schweißhitze gebracht werden, ehe sie ganz gemacht und ausgeschmiedet werden. Im Allgemeinen hat der steierische Stahl die Eigenschaft, leicht ganz gemacht werden zu können.

Die ausgeschmiedeten Stahlstäbe werden sogleich im noch glühenden Zustande durch kaltes Wasser gehärtet, weßhalb in der Nähe des Hammerwerks ein Härtetrog angebracht wird, der hinlänglich groß ist, um mehrere Centner Stahlstäbe aufnehmen zu können. Die Tröge bestehen aus Holz, und damit die hineingeworfenen Stahlstäbe sich nie erwärmen können, muß beständig kaltes Wasser zufließen, während das erwärmte abfließt.

Gewöhnlich werden die Stahlstäbe 1 Zoll dick und 1 $^1/_2$ Zoll breit ausgeschmiedet, wobei Haar- und Reinseite der einzelnen Masseln nach den breiten Seiten zu liegen kommen und dieselbe Ordnung dann beim Abschienen, behufs der Stahlgärbung, gleichfalls beobachtet wird, damit man durch die Gärbung eine bessere Ausgleichung zwischen der meist härteren Haarseite und der weicheren Reinseite erlangt. In den gewerkschaftlichen Hämmern trifft man gewöhnlich eine quadratische Schmiedung von 1 bis $^5/_4$ Zollstärke. Die Länge der einzelnen Stahlstäbe ist sehr gleichgültig, weil sie beim Sortiren ohnehin zu verschieden langen Stücken abgebrochen werden; nur muß man immer dahin sehen, daß die Stäbe gehörig rothglühend in den Härtetrog kommen. — Wegen des Sortirens werden die gehärteten Stahlstäbe in einzelne Stücke von beiläufig $^1/_4$ bis 2 Fuß Länge abgebrochen, indem man dieselben gegen eine kantige eiserne Unterlage schlägt, oder über eine Vertiefung der eiser-

nen Unterlage hält und mit einem Handhammer abschlägt. Die nach dem Aussehen des Bruches und der übrigen Oberfläche unterschiedenen Sorten richten sich ganz nach den Absatzplätzen oder der weiteren Verwendung des Rohstahls.

Auf den hauptgewerkschaftlichen Hämmern unterscheidet man gewöhnlich folgende Sorten:

1) Meißelstahl (bisweilen auch Münz- oder Rosenstahl genannt), Stücke, die meist 4 bis 12 Zoll Länge haben, an beiden Enden eine vom Eisenschuß vollkommen reine Bruchfläche, muschligen Bruch mit gleichförmigem, mattem Korn und gewöhnlich eine Rose zeigen. Zugleich muß die Oberfläche des Stabes vollkommen ganz, ohne Lasen oder Schalen sein. Wird gewöhnlich in Kisten verpackt in den Handel gebracht, und ist von dem ungegärbten steyerischen Stahl die theuerste Sorte.

2) Edelstahl oder Rohstahl. Gleichfalls Stücke mit reiner Bruchfläche, ¼ bis 2 Fuß Länge; jedoch werden sehr kleine, weiche Adern oder etwas lichtere Stellen im Bruche mit etwas Ungänzen oder Schalen an der Oberfläche nicht beachtet. Diese Sorte wird größtentheils auf den eigenen Hämmern zur Erzeugung der vorzüglicheren Gärbstahlsorten, wie des Scharsachstahles, verwendet; nur ausnahmsweise wird er an die Sensenschmiede verkauft. Wenn für den Meißelstahl nicht Absatz wäre, würde man ihn unter dem Edelstahl belassen.

3) Mock (Halbstahl, Ruckenzeug), Stücke, die beträchtlich eisenschüssig sind, und sich dadurch schon beim Abbrechen, was schwerer geht, bemerkbar machen, werden in sehr verschiedenen Längen belassen, die oft mit Ungänzen und Schalen behaftet sind. Der Eisenschuß tritt entweder als rein begrenzte Ader auf, oder macht sich nur durch ein grobes, lichtes, stark glänzendes Korn bemerkbar. Wird theils zu den mindern Gärbstahlsorten, hauptsächlich zu den äußern Schienen in der Garbe verwendet, theils an Sensenschmiede verkauft.

4) Rohmittelzeug, ist harter, unganzer Mock, und wird nur auf den eigenen Gärbhämmern zur Darstellung der mindern Gärbstahlsorten verwendet.

5) Hammereisen, Stücke, die mit aller Gewalt kaum abzubrechen sind, indem sie schon mehr aus Eisen als aus Stahl bestehen, und daher nicht als Stahl, sondern als hartes Stabeisen zu verschiedenen Dingen verwendet werden.

6) Abfälle oder Refudi, aus abgeschlagenen Schalen, unreinen oder zu kurzen Enden, einzelnen Splittern, und durchaus schlechten, lasigen Stücken bestehend, die dem Stahlfeuer sogleich wieder zum Einzerrennen zurückgegeben werden, und gleichsam als sehr gaarer Zuschlag zu betrachten sind. Nicht sehr passend hat man den höchst ungleichen Refudi bisweilen zur Gußstahlerzeugung verwendet.

Ein anderes, auf den gewerkschaftlichen Hämmern sehr gewöhnliches Sortiment ist folgendes:

1) Zeugmachstahl, in Kolbengestalt von verschiedener Größe; erhält bloß ein abgezaintes Zäpfchen an der Greife, um den Bruch zu sehen, der von ausgezeichnet körniger Textur mit matter Farbe erscheinen muß. Wird aus den härtesten Stücken gewählt, und zum Verstählen des Hammerzeuges u. dgl. verwendet.

2) Rohstahl oder Rosenstahl, quadratische Stahlstangen, an der Oberfläche vollkommen ganz, gehärtet, leicht zu brechen; körnige Textur mit matter Farbe, muschligem Bruch, oft Rosen, gleichförmig ohne alle Eisenfasern.

3) Sensen-, Müller-, Stuck-, Schneidzeug-Stahl. Quadratische Stäbe, meist ganz gehärtet; von der Qualität wie Nr. 2, nur werden kleine Ungänzen und Lasen nicht beachtet. Der Sensenzeug ist gewöhnlich 1 bis $^5/_4$ Zoll, der Müllerstahl $^5/_4$ bis $^6/_4$ Zoll, und der Stuckstahl $^6/_4$ bis 2 Zoll dick geschmiedet. Schneidzeugstahl ist gleichbedeutend mit Sensenstahl. Die Länge der einzelnen Stücke soll nicht unter 3 Zoll und jedes Stück mit zwei Bruchflächen hergestellt sein.

4) Garbzeug, ist eisenschüssiger Rohstahl. Ueberhaupt gehört hierher der harte, aber ungleichförmige und unganze Rohstahl, der von den übrigen Sorten ausgeschieden wird. Ist in

der Regel kein Handelsartikel, sondern wird auf den eigenen Hämmern gegärbt.

5) Mock, Halbstahl, Ruckenzeug, ist weicher, eisenschüssiger Stahl, der von Nr. 3 ausgeschieden wird, soll aber keine Ungänzen und wenigstens eine Bruchfläche haben; die Schmiedung wie beim Sensenstahl.

6) Refudi, die so unganzen und eisenschüssigen Stücke, daß sie wieder eingerennt werden müssen, nebst Schalen, Schiefern u. dgl.

Da der Handelscredit eines Stahlhammers wesentlich von einer gleichförmigen verläßlichen Sortirung abhängt, so muß dieses Geschäft vom Werksvorsteher selbst vorgenommen oder mindestens fleißig controlirt werden.

Die Größe der Fabrikation auf einem hauptgewerkschaftlichen Stahlhammer mit 2 Feuern und 4 Arbeitern beträgt in 16 Stunden, während welcher Zeit 8 Dachel gemacht und diese zu Stahlstangen ausgeschmiedet werden, ungefähr 11 Centner. — Der Abgang schwankt zwischen 9 und 10 Procent. — Der Kohlenverbrannd nebst Abgang bei der Anfuhr und im Magazine beläuft sich auf 32—40 Kubikfuß meist schlechter Fichtenkohlen; bei geschlossenen Herden und erhitzter Luft kann aber auch mit 24—25 Kubikfuß auf den Centner Stahl ausgelangt werden. Aus 100 Centner Flossen werden wenigstens dargestellt: 60 Centner Roh- oder Edelstahl nebst Meißelstahl, 20 Centner Mock, 6 Centner Hammereisen, 4 Centner Rohmittelzeug und 10 Centner Eisenverlust.

2. Die kärnthnerische Rohstahlarbeit.

Man wendet dieses Verfahren nicht allein in Kärnthen, sondern auch in einigen Stahlwerken in Steiermark und Krain an. — Die Herdgrube ist stets mit 2½ Zoll dicken Eisenplatten (Steine genannt) meist rechtwinkelig ausgesetzt, und zwar steht an der Formseite der Formstein, gegenüber an der Windseite der Riastein, vorn der Lösch- und an der hintern Seite der Rollstein. Die beiden letzteren werden zwischen die beiden erste-

ren in nur wenig nach auswärts geneigter Lage eingeklemmt. Der Form- und der Riastein springen an der Arbeitsseite so weit vor, daß sie zugleich als Träger für die Arbeitsplatte dienen können, und der Riastein erhält gewöhnlich eine kleine Neigung aus dem Herde. — Die Herdgrube ist gewöhnlich 22—23 Zoll lang und 23—24 Zoll breit, zuweilen aber auch ganz quadratisch. Die Tiefe von der Form bis zu dem festgestauchten Löschboden beträgt 7 bis 9 Zoll. Der Ria-, Roll- und Löschstein sind gewöhnlich 3 Zoll höher als der Formstein. Wichtig ist die Höhe des Riasteins, weil das einzuschmelzende Roheisen auf diesem und auf der in gleicher Höhe dahinter befindlichen Herdplatte aufliegt, folglich mit deren Höhenzunahme von einer größern Höhe eingeschmolzen und dadurch ein mehr gaarer Gang herbeigeführt werden kann. — Die Form hat in der Regel eine kreisförmige Mündung von 16 bis 17 Linien Weite, steht 3½ bis 4½ Zoll in den Herd, hat 10 bis 16 Grad Stechen, und liegt mit ihrer Achse ganz in der Mittelbreite des Herdes. Der Gebläsewind hat eine Pressung von 16 bis 20 Zoll Wassersäule.

Die kärnthnerischen Stahlhämmer beziehen ihr Roheisen, wie schon bemerkt, als Strietzelflossen und als Blatteln von den Hohöfen. Die ersteren bestehen aus mehr oder weniger halbirtem, selten aus grauem Roheisen, und wird vor dem eigentlichen Stahlprocesse durch ein sogenanntes Hartzerrennen in weißes, weiches Roheisen, sogenannte Böden, verwandelt. Die Blatteln dagegen, welche aus Spiegeleisen bestehen, die durch Abschrecken gebildet worden sind, kommen ohne Vorfrischen zur Stahlarbeit, und dienen gleichsam als rohmachender Zusatz.

Das Hartzerrennen wird auf den meisten Werken in dem Stahlfeuer selbst vorgenommen, und damit gewöhnlich der Schluß der täglichen Arbeitsschicht gemacht, indem man nach der letzten Cotta (Dachel) die Herdgrube bis auf den Löschboden reinigt, diesen erhöht und staucht und sofort zum Hartzerrennen vorbereitet. Zweckmäßiger ist es jedoch, den Proceß in einem eigenen Hartzerrennfeuer zu betreiben, und dies geschieht auch in mehreren gut eingerichteten Werken. — Das Hartzerrennen, oder

Bodenrennen genannt, ist ein sehr einfacher Proceß, und besteht darin, daß man das Roheisen in möglichst kleinen Stücken in den Herd bringt, der mit Lösche ausgeschlagen ist, es einschmilzt, absticht und durch Ablöschen mit Wasser Scheiben aus dem Sumpf hebt. Gewöhnlich schmilzt man nicht mehr als 4 bis 6 Centner auf einmal ein.

Man unterscheidet bei dem kärnthnerischen Stahlfrischproceß drei Abtheilungen: die Sauerbildung und das Deulputzen, die Bildung des Frischbodens und das Deulumschlagen und die Cottabildung, dazu kommt noch der Ausheizproceß.

Die eigentliche Arbeit wird mit dem Einschmelzen von unvorbereitetem Roheisen gemacht, um daraus eine dickflüssige Eisenmasse, Sauer genannt, in dem Herde zu erhalten, welcher bei der folgenden Cottabildung als Unterlage dient. Man nimmt dazu 40 bis 70 Pfund Blatteln, welche auf der Riaseite in dem zuvor mit Kohlen gefüllten Herde aufgesetzt und nebst etwas Schlackenzusatz in $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden eingeschmolzen werden. — Gleichzeitig mit dieser Sauerbildung wird das Abschweißen oder Putzen der zwei Hälften oder Theile, uneigentlich Deule genannt, in welche die vorige Cotta zerschroten wurde, begonnen, und bis zur Verwandelung der beiden Deule zu sogenannten Greifen, d. h. einer Art großer Kolben, fortgesetzt. Zu dem Ende wird ein Deul mit seiner Schrotfläche nach aufwärts, zwischen Form und Roheisen in die Kohlen des Herdes gebracht, während der zweite Deul, die Riaseite nach dem Herde zugekehrt, über den Riastein gelegt wird. Durch die von den Deulen abgeheizten und abgestoßenen Theile gelangt der Sauer in einen halbgaaren, breiartigen Zustand, während durch das sogenannte Putzen der Deule die rauhen und unreinen Oberflächen von denselben fortgeschafft werden. Die beiden Deule werden nun jeder zur Greife oder Presa ausgeschmiedet. Diese Arbeitsperiode erfordert 1$^1/_2$ bis 2 Stunden.

Es wird nun der Wind abgestellt, die Kohlen werden mit einer Krücke aus dem Herde geschoben, und es wird der Sauer

in einem Haufen zusammengebracht, welche Arbeit das Aufrichten heißt. Darauf werden die Kohlen wieder in den Herd hineingezogen, das Gebläse wird in Thätigkeit gesetzt, es werden frische Kohlen aufgesetzt, und endlich die zuletzt ausgeschmiedete, noch glühende Presa vor die Form gebracht, während man die zuerst ausgeschmiedete, bereits abgekühlte Presa über den Riastein legt. Zeigt der Sauer sich beim Aufrichten zu flüssig, so muß Scaja d. h. Hammerschlag und Stockschlacke eingerührt, und ist er zu steif, so muß er durch die bald darauf vorgenommene Blattelaufgabe wiederum flüssig gemacht werden. Der Sauer dient dazu, unter dem Cotta stets flüssiges Roheisen zu erhalten, indem nur dadurch ein vollkommen harter Stahl erlangt wird. — Die beiden Presas werden während dem zu langen Kolben von 3 Zoll Stärke an den Enden und 4 — 5 Zoll in der Mitte ausgeschmiedet, welche Schmiedearbeit das Umschlagen des Deules genannt wird.

Es wird nun durch Einschmelzen der Hartzerrennböden zur Bildung des Cotta geschritten. Es wird zu dem Ende das auf der Ria liegende Presastück einstweilen zur Seite gerückt, um an dessen Platz einen Hartzerrennboden zu bringen, der mehrere Zolle in den Boden ragt, und dann die Presa darauf gelegt, so daß er den Boden beschwert und sein Niedersinken in den Herd verhindert. Die zweite Presa wird dann auf einen zweiten Boden gelegt. Während dem wird der umgeschlagene Deul in das Feuer zurückgebracht und erhält dort eine Schweißhitze. Wenn nun bis jetzt nur wenig Schlacke im Herde war, weil sie mehr hinderlich als förderlich gewesen seyn würde, so muß man aber nun dem Feuer mehr Saft geben, weil dies die Cotta und die auszuheizenden Stücke erfordern. Die Schlacke wird aus dem schweren eisenreichen Sinter, welcher von der Stahlarbeit selbst abfällt, erhalten, und sollte es sich nothwendig erweisen, diese Schlacke im Herde roher zu machen, so giebt man Quarz auf oder schmilzt frische dünne Blatteln ein. Eine zu rohe Schlacke wird durch einen Zusatz von Hammerschlag verbessert. Die Schlacke muß den Cottaboden 2—2½ Zoll hoch bedecken, um diesen vor

dem Winde hinreichend zu schützen; sammelt sich aber zu viel Schlacke an, wodurch die Arbeit verzögert wird, so muß sie theilweis abgestochen werden.

Der umgeschlagene Theil erhält in der mittleren Länge eine Schweißhitze, mit welcher er an dieser Stelle eine quadratische Schmiedung von nahe 2 Zoll Stärke erhält und dann zu zwei großen Kolben, sogenannten Halbdeulen, abgesetzt wird, die wiederum in das Feuer zurückkommen. Die Halbdeule werden meist in zwei kleinere Kolben, Tajoli, geschmiedet, und jeder derselben erhält noch eine Schweißhitze und wird dann gewöhnlich zu drei kleinen Kölbchen ausgeschmiedet, wenn sogenannter brescianer Stahl daraus erzeugt werden soll, oder man schmiedet ihn zu einer halbfertigen Tannenbaumstahl-Stange aus, die erst nach einer abermaligen Glühhitze ganz fertig ausgeschmiedet wird, oder endlich bei Erzeugung von Stückstahl wird derselbe sogleich ausgeschmiedet und in noch glühendem Zustande in den Härtetrog geworfen. Aus einer Cotta erhält man durchschnittlich nicht ganz zwei Centner von diesen verschiedenen Stahlarten.

Die Cottabildung schreitet während des Ausheizprocesses bis zu ihrer Vollendung vor, während dieselbe mit der Brechstange fleißig untersucht wird. Von dem Sauer werden bei Anfertigung einer Cotta ungefähr 20 Pfund verkocht, so daß höchstens drei Cotta mit ein Sauer gemacht werden können. Die aus dem Herde genommene Cotta wird mit ihrer oberen Seite auf den Ambos gelegt und sofort durchschroten, und zwar in zweimalen, erst der vordere und dann der hintere Theil, indem der Hammer nur 16 Zoll Bahnlänge und 300—400 Pfund Schwere, die Cotta aber 2 Fuß Seitenlänge hat. Der Schrot erfolgt von der Roll- zur Löschseite, und es wird der eine Deul das Formstück und der andere das Riastück genannt. Jeder Deul wird nochmals unter den Hammer gebracht, um denselben an einem seiner schmalen Enden wieder einfallen zu lassen, damit er an demselben mit der Zange festgepackt werden kann. — Das

üblichste Stahlsortiment in dem Erzeugnisse eines kärnthnerischen Stahlfeuers ist folgendes:

1) Kölberlstahl (Brescianer oder Münzkölberl). Bildet in der Regel die Hauptsorte, es soll aber nur der härteste Stahl dazu verwendet werden; wird zu kleinen Kolben von 5 bis 6 Pfund ausgeschmiedet, die eine quadratische Greife von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll Stärke erhalten, und wovon stets mehrere mit einem abgezainten, gehärteten und gebrochenen Zäpfchen versehen sind. Sie werden zur weitern Ausschmiedung an einen kleinen Hammer, den Ziehhammer, abgegeben, welcher aber nur mit Glühhitzen arbeitet, daher alle Kölberl ganz, und wenigstens die meisten eine reine, harte Bruchfläche zeigen müssen.

2) Tannenbaumstahl, langer und kurzer. Ungehärtete, quadratische Stäbe mit scharfen Kanten, 6 bis 8 Stücke in Centnerbunden. Der lange Tannenbaumstahl ist 6 bis 8 Fuß lang, in der Mitte 1 Zoll stark, nach beiden Enden auf $\frac{1}{2}$ Stärke verlaufend; der kurze Tannenbaumstahl 4 bis 5 Fuß lang, nach der ganzen Länge von gleicher Stärke. Die Qualität des hierzu verwendeten Stahles ist auf den verschiedenen Werken sehr verschieden; erzeugt ein Werk bloß Tannenbaum, so kann ungefähr Dreiviertel als reiner Stahl, das Uebrige als mehr oder weniger eisenschüssig angenommen werden; wenn aber der bessere Stahl zu Münzkölberle verwendet wird, fällt der Tannenbaum um so weicher aus. Uebrigens soll jede Stange vollkommen ganz seyn.

3) Stückstahl, großer und kleiner; sind quadratisch geschmiedete und gehärtete Stangen; erstere gegen 2, letztere bei 1 Zoll stark, ohne wesentliche Ungänzen, reine, oft mit Rosen angelaufene Bruchfläche.

4) Mockstahl; die von Nr. 3 ausgeschossenen, eisenschüssigen Stäbe.

5) Refudi, wie bei der steirischen Stahlarbeit, die ganz unbrauchbaren Stücke.

Das Arbeitspersonal für den Betrieb eines solchen Stahlfeuers besteht aus 3 Mann, und wenn ein besonderes Hart-

zerrennfeuer vorhanden ist, aus 4 Mann. Die Schicht beginnt mit dem Sauermachen und Deulputzen. — Das wöchentliche Fabrikationsquantum beträgt 30—35 Centner Stahl. Der Kohlenverbrauch sammt Hartzerrennen beläuft sich auf 100 Pfund fertigen Rohstahl, und auf etwa 50—52 Kubikfuß Fichtenkohlen. — Der Verbrauch zwischen Flossen, die hartzerrennt werden müssen, und Blatteln, stellt sich ungefähr wie 3 : 1 bis 2 : 1. Der Gesammtabgang läßt sich auf 20 bis 30 Procent und im Durchschnitt zu 25 Procent annehmen. Ungefähr Dreiviertel des erzeugten Rohstals ist reiner Stahl, während das Uebrige mehr oder weniger eisenschüssig ist. Im Allgemeinen ist der kärnthnerische Rohstahl härter und gleichförmiger als der steierische.

3. Die paalerische Rohstahlarbeit.

Der einzige wesentliche Unterschied zwischen der Paaler und Kärnthner Rohstahlarbeit besteht darin, daß bei ersterer alle Deule eine Zeitlang im Sauer cementirt werden, während dieses bei der letzteren nur beim ersten Deulputzen im geringern Grade stattfindet, bei dem folgenden Deulputzen aber wegen Mangel an Sauer nicht mehr geschehen kann. Die Paaler Methode ist aus Italien nach Krain, von dort nach Kärnthen und endlich von da nach Steiermark übertragen worden, und man nennt daher die Paalen Arbeit die ächte und die Kärnthner die unächte Brescianer Stahlarbeit.

Der erste Unterschied zwischen der Paaler und der Kärnthner Methode liegt in der Herdstellung. Damit der Sauer möglichst lange flüssig bleibe, bis alle Deule geputzt sind, muß die Herdgrube tiefer seyn, hat 20 Zoll vom Formstein bis zum Herdboden, und 10 Zoll bis zum Mittelpunkt des Löschbodens, welcher sich an den Rändern um 3 oder 4 Zoll in die Höhe zieht, um die Berührung des Sauers mit den Seitenwänden des Herdes zu verhindern; die Form hat ein Stechen von 16—20 Zoll, um die Hitze mehr nach unten zu bringen.

Der zweite Unterschied besteht darin, daß die Cotta nicht in zwei, sondern kreuzweis in vier gleiche Theile zerschroten wird. — Der dritte Unterschied zeigt sich beim Sauermachen und Deulputzen, indem zur gehörigen Aufnahme und Bedeckung der Theile im Sauer, mehr Eisen und Schlacke eingeschmolzen werden muß, so daß man 100—150 Pfund Roheisen und eine entsprechende Menge Zuschläge anwendet.

Als vierten Unterschied können wir das Sauerdämpfen bezeichnen, welches darin besteht, daß man gaare Zuschläge, Mügla genannt, in gehöriger Menge in das Feuer bringt. — Als fünfter Unterschied endlich kann bemerkt werden, daß sehr selten ein eigenes Hartzerrennen der Flossen nothwendig wird, da man mehr Blatteln gebraucht als bei der Kärnthner Methode.

Ein Paaler Feuer erzeugt beinahe lediglich Kölberlstahl, der alsdann zur Fabrikation des Brescianerstahls an den Ziehhammer abgegeben wird, auf welchen wir unten zurückkommen. — Der Kohlenverbrauch auf 100 Pfund Stahl beträgt 80 Kubikfuß; der Abgang schwankt zwischen 15 und 20 Procent. — Der Paaler Stahl ist im Durchschnitt härter und gleichförmiger als der Kärnthner.

Drittes Capitel.

Von der Bereitung des Puddelstahls.

Die Darstellung des Schmelzstahls durch den Puddelproceß, von dem wir bei bei der Bereitung des Stabeisens in der Einleitung redeten, ist nicht neu, im Gegentheil durch die Herren Müller, Schlegel und Mayr bereits vor 18 bis 20 Jahren in Steiermark zur Ausführung gebracht, aber bald wieder verworfen worden; auch in Baiern zu Weierhammer, zu Limburg an der Lenne in Westphalen, zu Mägdesprung am Harz im Gaspuddelofen durch Herrn Hüttenmeister Bischof,

u. a. m. a. O., ist das Stahlpuddeln, gewöhnlich in Folge einiger zufällig erhaltenen, schlecht gepuddelter stahlartiger Eisenluppen, schon vor Jahren versucht, aber überall entweder gänzlich aufgegeben, oder nur schwach betrieben worden.

Erst im Herbste des Jahres 1850 gelang in der Stahlhütte der Herren Lehrkind, Falkenroth und Comp. zu Haspe bei Hagen in Westphalen, die Darstellung des Puddelstahls und nach einem Jahre waren bereits 13 Oefen im Betriebe, da sich der Stahl, wenn auch nicht durch Güte, doch durch Billigkeit auszeichnet und zu vielen Gegenständen, zu denen man früher nur gutes Stabeisen benutzte, verwendet wird. Auch Huth und Comp. in Hagen und mehrere andere Hütten, z. B. die Gräflich Renard'schen in Oberschlesien, produciren jetzt Puddelstahl; denn die preußische Regierung konnte in dem Verfahren von Lehrkind, Falkenroth und Comp., die ein Patent darauf beanspruchten, eigentlich Neues von Wichtigkeit nicht erkennen und verweigerte daher die Ertheilung des Patents. — Jedenfalls wird sich das Stahlpuddeln bald sehr verbreiten, da man jedes Roheisen dazu verwenden kann, wiewohl Spiegeleisen vorzuziehen ist.

Ein Puddelofen von gewöhnlicher Einrichtung ist in den folgenden Abbildungen, Fig. 7—9, dargestellt; wir haben sie aus dem 1. Bande der trefflichen Metallurgie von Professor Scheerer in Freiberg entnommen. Fig. 7 ist ein Vertikaldurchschnitt, a der Aschenfall; r der Rost; b die Feuerbrücke; h der Herd; letzterer hat zur Aufnahme des flüssigen Roheisens, eine concave Oberfläche. Um das Austreten desselben in den Fuchs zu verhindern, ist hier ein der Feuerbrücke b gleiche, dammförmige Erhöhung, die Fuchsbrücke d, angebracht. Sowohl Feuer- als Fuchsbrücke bestehen, wie im Holzschnitte angedeutet ist, zum Theil aus feuerfesten Ziegelsteinen, zum Theil aus gußeisernen Kasten c, durch welches, um es vor dem Schmelzen zu schützen, während des Betriebes Luft hindurchströmt; auch die Seitenwände der Puddelöfen sind oft hohl, um dadurch eine Abkühlung zu veranlassen. Der vertiefte Herd

selbst besteht aus kleinen Schlackenstücken, die auf einer eisernen Platte, der Herdplatte, liegen, unter welchen sich ein leerer Raum befindet. s ist das Schürloch; p, p, p, . . .

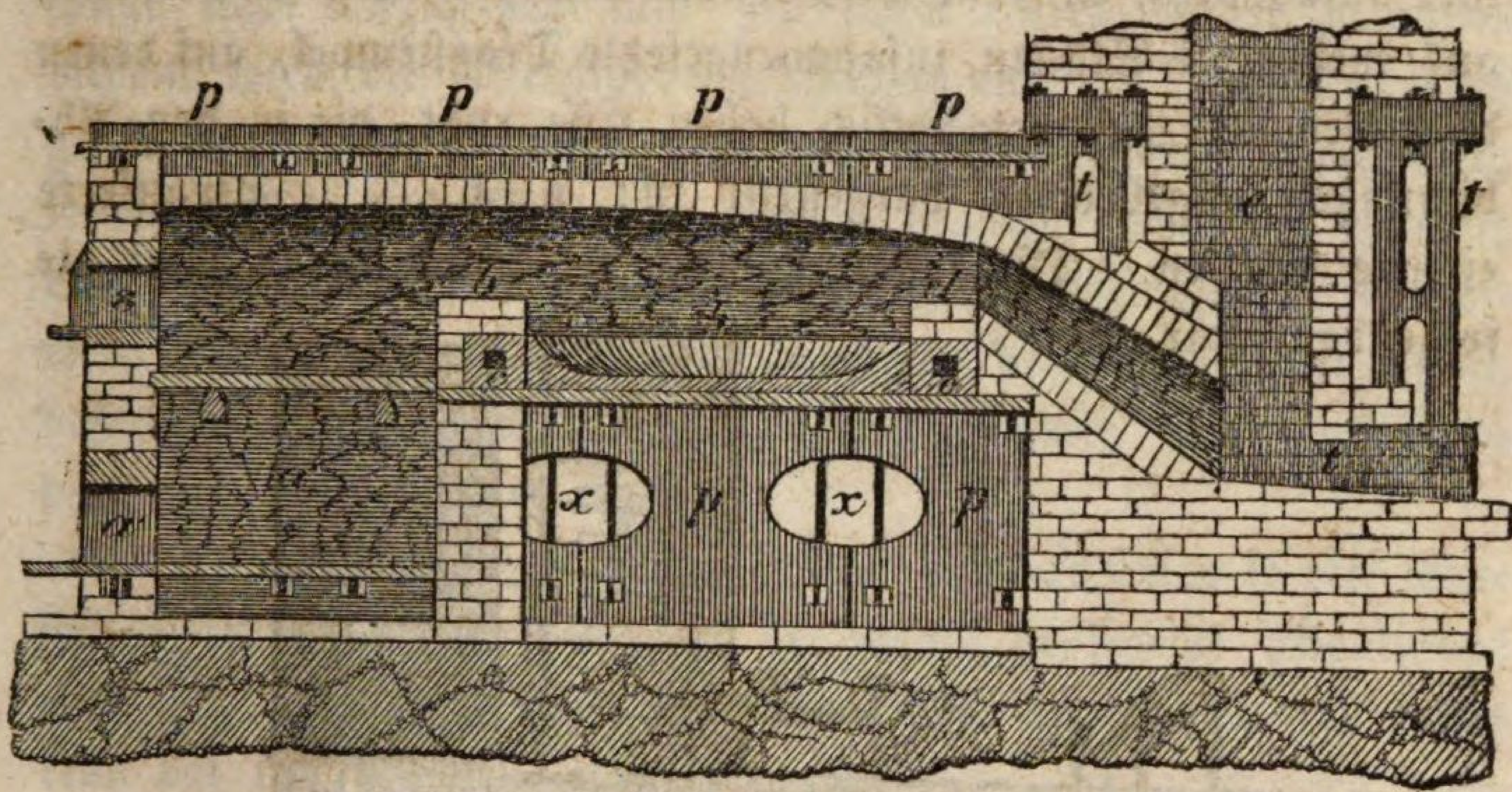


Fig. 7.

sind verankerte eiserne Platten, zu beiden Seiten des Ofens angebracht, um dessen Gemäuer zusammen zu halten. Noch deutlicher wird die Construction eines solchen Puddelofens durch die Fig. 8, welche einen Durchschnitt desselben darstellt, der vom Schürloche bis zur Fuchsbrücke horizontal läuft, von da aber sich parallel dem abwärts gehenden Fuchse f neigt.

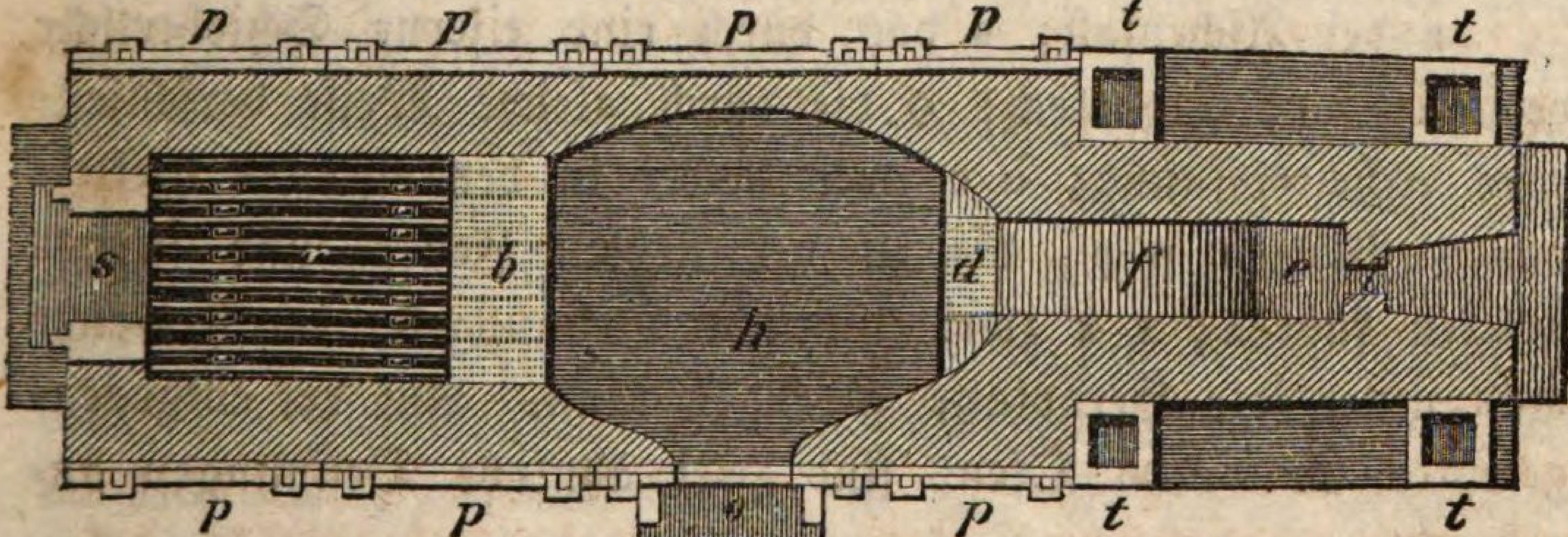


Fig. 8.

s das Schürloch; r der Rost; b die Brücke; h der Herd;

o die Arbeitsöffnung; d die Fuchsbrücke; f der Fuchs; e die Esse; l eine Oeffnung am untern Ende der Esse, durch welche Asche, geschmolzene Theile des Gemäuers u. s. w., die sich hier ansammeln, entfernt werden können; t, t. t, t, vier eiserne, aus mehreren Stücken zusammengesetzte Tragstempel, auf denen das Gemäuer der beträchtlich hohen Esse ruht, die in den Abbildungen abgebrochen dargestellt ist; p, p . . ., verankerte eiserne Platten. Die äußere Gestalt des Puddelofens zeigt die folgende Figur 9.

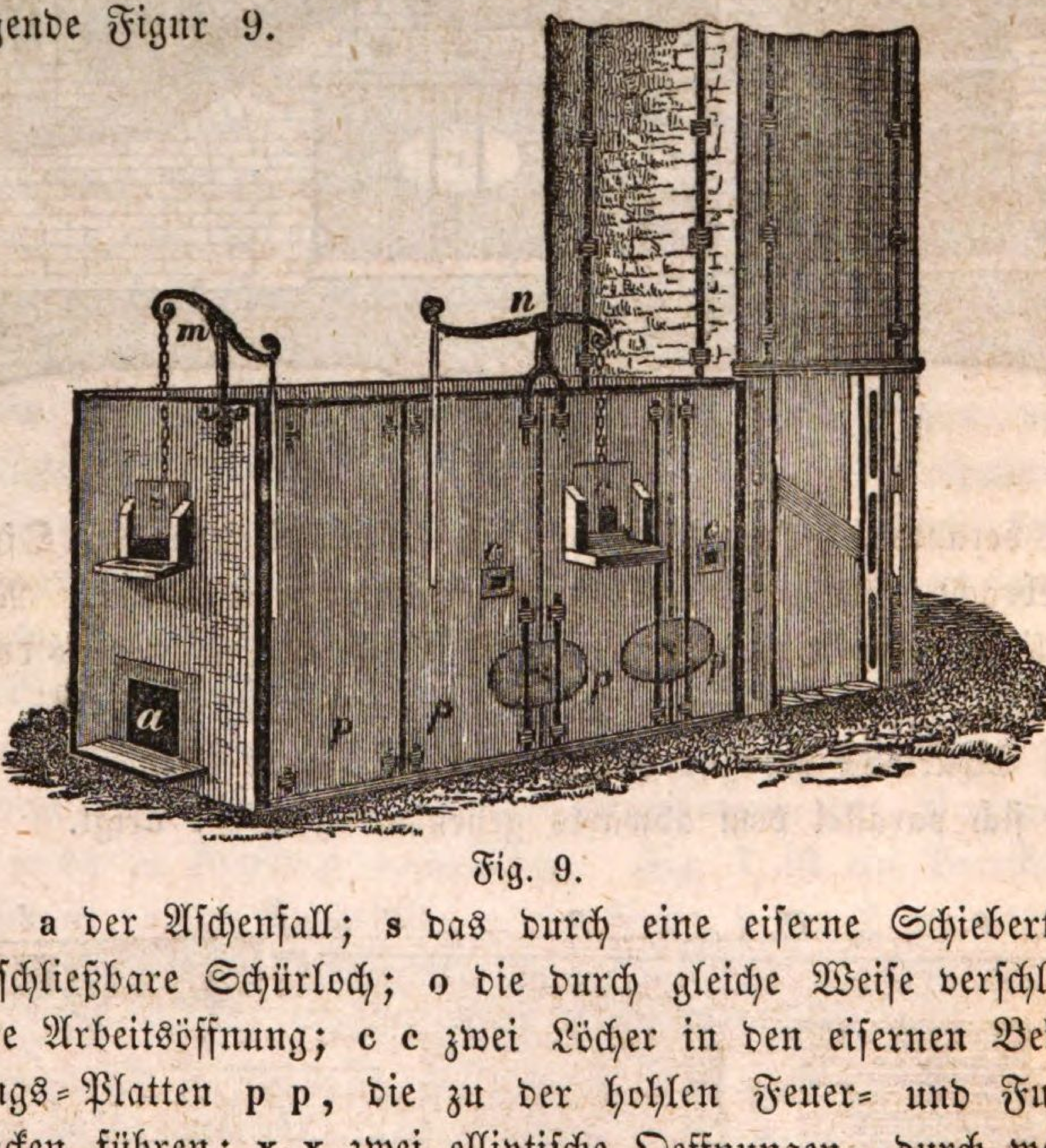


Fig. 9.

a der Aschenfall; s das durch eine eiserne Schieberthür verschließbare Schürloch; o die durch gleiche Weise verschließbare Arbeitsöffnung; c c zwei Löcher in den eisernen Bekleidungs-Platten p p, die zu der hohlen Feuer- und Fuchsbrücken führen; x x zwei elliptische Oeffnungen, durch welche man unter die Herdplatte gelangen kann. Auf der entgegengesetzten Seite des Ofens sind zwei ähnliche Oeffnungen angebracht.

Die zum Stahlpuddeln angewendeten Oefen haben etwas kleinere, tiefer liegende Herde und eine gut schließende Essenklappe; das angewendete Roheisen ist Spiegeleisen, der Einsatz

gering, die Zusätze bestehen in Schlacken oder in Braunstein, Salz und Soda. Das Roheisen wird ganz dünn eingeschmolzen, dann mit der Brechstange umgerührt und sobald es anfängt stark aufzugehen und sich schon einzeln gaare Klumpen bilden, wird die Essenklappe geschlossen und der Luftzug gänzlich gehemmt. Ebenso wird auch die Arbeitsöffnung geschlossen, wodurch sich das Eisen zu Boden begiebt, von der ziemlich rohen Schlacke bedeckt bleibt und zugleich die Temperatur etwas herabgesetzt wird. Die Hauptsache beim Stahlpuddeln ist, daß der Arbeiter genau den Zeitpunkt erkennt, wann mit Puddeln aufgehört werden muß.

Nach 5, höchstens 10 Minuten hat das Eisen so viel Konsistenz erlangt, daß nunmehr bei wenig geöffneter Essenklappe (die auf der obern Oeffnung der Esse angebracht und durch eine bis unten hingehende Kette geöffnet oder geschlossen werden kann), noch einmal das Eisen schnell gewendet, und sofort bei stets möglichst gehindertem Luftzutritt zum Ballen- oder Luppenmachen geschritten werden kann, von denen jede sogleich aus dem Ofen zum sorgfältigen Zängen oder Zusammendrücken unter den Hammer gebracht wird. — Der Herdboden bedarf häufiger Reparaturen.

Der Belgier Bremme, der ein Patent auf die Bereitung von Puddelstahl genommen und dabei jede Roheisenart anwendet, beschreibt die Arbeit wie folgt: Das Roheisen muß in einer starken Hitze eingeschmolzen werden, wobei man Schlacken von den Zängehämmern und Luppenwalzwerken zuschlägt. Hierauf bearbeitet man die Masse in dem Ofen, wie beim Puddeln von festem Eisen mit körnigem Bruch. Der mit dem Eisen mechanisch verbundene Kohlenstoff oxydirt sich und entweicht in bläulichen Flammen aus der geschmolzenen Masse, welche allmählich im Ofen aufschwellt, so daß die flüssig gewordene Schlacke durch die Arbeitsthür ausfließt. In diesem Augenblick werden die bläuliche Flammen kleiner und das Eisen, oder vielmehr der Stahl, läßt sich auf der Oberfläche der geschmolzenen Masse in kleinen Körnern sehen. Der Puddler hat jetzt

besonders darauf zu achten, daß die Hitze die lebhafte Rothgluth nicht übersteigt und daß der Stahl, welcher sich nicht unter den Schlackenschichten findet, von dem Einfluß des Luftzutritts geschützt wird. Zu dem Ende verschließt er das Essenregister fast gänzlich und wirft noch eine Quantität Brennmaterial auf den Rost. Sobald die Stahlkörner schweißbar werden, verschließt man das Register ganz und gar und fängt an, die Luppen zu bilden, wobei man immer die Stahlmasse so viel als möglich unter der Schlacke hält. Jede Luppe muß nach ihrer Vollendung sogleich aus dem Ofen und nach dem Zängehammer gebracht werden.

Der Unterschied zwischen dem Stahl- und dem Eisenpuddeln besteht nun hauptsächlich darin, daß man bei jenem, in dem Augenblicke, in welchem sich kleine Körner auf der Oberfläche der flüssigen Schlacke zeigen, den Luftzug unterbricht, während bei diesem, die Masse dem Luftzug ausgesetzt wird, wobei man das Eisen wendet und von der einen zur andern Seite bringt, und dann die Hitze bis zum Schweißen steigert, darauf die Luppen macht, welche, um gehörig geschweißt zu sein, noch einige Minuten im Ofen bleiben müssen, ehe sie zum Zängen kommen.

Ist das zum Stahlpuddeln angewendete Roheisen nicht rein, ist es nicht bei Holzkohlen erblasenes spiegeliches, blumiges, luckiges, oder doch graues Roheisen der besten Art, ist es aus strengflüssigen Erzen, bei Holzkohlen, oder gar bei Koaks dargestellt, so muß man während des Puddelns die nachtheiligen Substanzen daraus zu entfernen suchen. — Was nun zuvörderst das Silicium betrifft, welches schon häufig im Roheisen vorkommt, so bindet man dasselbe durch reine Thonerde, welche man als Pulver in dem Augenblick in den Ofen wirft, in welchem das Roheisen flüssig zu werden beginnt.

Um den Schwefel zu binden, wirft man Kochsalz, sobald das Roheisen schmilzt, in den Puddelofen; das Natrium des Salzes verbindet sich mit dem Schwefel und das Sulfat, welches dadurch gebildet wird, oxydirt, wenn man es dem Luftzug aussetzt und verwandelt sich in schwefelsaures Natron.

Wenn Kieselerde vorhanden ist, so bildet sich Kieselnatron und schweflichte Säure, während das Chlor des Kochsalzes Eisenchlorid bildet, welches in Folge von Luftzutritt ein Sublimat von Eisen und von Eisenoxyd geben kann, das in die Schlacke übergeht. Ohne Zweifel kann man Phosphor mittelst einer Verbindung von Manganoxyd und strengflüssiger Thonerde fortschaffen; indessen hat man dies noch nicht versucht.

Der Puddelproceß giebt jedenfalls nur eine geringere Stahlsorte, geringer als der Schmelzstahl, dessen Bereitung wir in dem vorhergehenden Capitel beschrieben, und als der Brenn- und Gußstahl, dessen Bereitung wir in dem fünften und sechsten Capitel beschreiben werden. Da seine Fabrikationskosten aber auch weit geringer sind, als die der letzt genannten Stahlarten, denn man verkauft ihn zu Hagen zu $4\frac{5}{6}$ Rthlr. den preußischen Centner, während der Siegen'sche Rohstahl 6 bis $7\frac{1}{3}$ Rthlr. der Centner kostet, so findet der Puddelstahl um so eher seinen Markt, da er zu manchen Gegenständen sehr brauchbar ist. Wir rechnen ganz vorzüglich dahin die sogenannten Tyres oder Spurkränze der Locomotiven der Eisenbahnwagen und die Wagenachsen für gewöhnliche und für Eisenbahn-Fuhrwerke, zu denen diese Stahlsorte weit zweckmäßiger als das beste Eisen ist. Man hat sich nämlich durch längere Erfahrung überzeugt, daß das beste fadige oder sehnige Eisen durch die anhaltenden Erschütterungen, denen es namentlich als Wagenachse ausgesetzt ist, seine Textur gänzlich verändert, körnig und dadurch spröde wird, so daß es leicht zerbricht. Der Stahl hat aber, wie wir sahen, stets eine körnige Textur, die er durch Erschütterungen nicht verliert, und da auch seine Festigkeit, wie wir sahen, bedeutender als die des Eisens ist, so hat er zu dem erwähnten Gebrauche wesentliche Vorzüge. In Belgien und im nordwestlichen Deutschland wird er bereits vielfältig verwendet, und es ist auch gar keine Frage, daß er eben so in Steiermark und Kärnthen, wo man ein so treffliches Rohmaterial dazu hat, sowie auch in England, sehr bald und sehr häufig angewendet werden wird.

Obgleich die Chargendauer beim Stahlpuddeln um Vieles kürzer als beim Eisenpuddeln ist, so kommen die Fabrikationskosten, wegen des geringeren Roheiseneinsatzes, der öfteren Bodenreparaturen und eines bisweilen eintretenden theilweisen Mißlingens, wenn man nicht sehr intelligente Arbeiter hat, doch etwas höher zu stehen, als bei der Stabeisenfabrikation. Auch kommt noch hinzu, daß das Rohstahleisen stets mehr kostet als die andere Roheisensorten, da ein gutes Fabrikat nur aus jenen dargestellt werden kann.

Genauere Resultate über die Haushaltsverhältnisse des Stahlpuddelns lassen sich zur Zeit nicht mittheilen, da es ein Gewerbe ist, was erst seit dem Jahre 1850 betrieben wird.

Sehr vortheilhaft wird es sein, das Stahlpuddeln in mit brennbaren Gasen gefeuerten Oefen zu betreiben. Unseres Wissens hat Bischof zu Mägdesprung recht gute Resultate erlangt, aber regelmäßig ist das Gaspuddeln auf Stahl noch nicht betrieben.

Viertes Capitel.

Von dem Raffiniren oder Gärben des Stahls.

Ein bedeutender Theil des Rohstahls, mit Ausnahme eines Theiles der nach der Paaler Methode fabricirten, werden erst dadurch ein Handelsartikel, daß sie raffinirt oder gegerbt werden. Auch der Cement- oder Brennstahl, dessen Fabrikation den Gegenstand des nächstfolgenden Capitels bilden wird, sowie auch der im vorhergehenden Capitel dargestellte Puddelstahl, müssen häufig einem solchen Proceß unterworfen werden, wenn sie nicht als gewöhnlicher Roh-, Cement- oder Puddelstahl benutzt oder durch Schmelzung in Gußstahl verwandelt werden. Der Paaler Stahl wird in einem besonderen Feuer ausgeschmiedet, welches wir weiter unten ebenfalls beschreiben werden.

Durch das Gärben soll der Stahl gleichartiger werden; er verliert dadurch seine zu große Härte auf einigen und seine zu große Weichheit auf anderen Stellen; er gewinnt dadurch also an Stärke und Federkraft, verliert aber im Allgemeinen an Härte, je öfter das Raffiniren wiederholt wird, weil sich der Zutritt der Luft nicht ganz verhindern läßt. Je gleichartiger der zu raffinirende Stahl an sich ist, desto weniger oft darf das Gärben wiederholt werden, und desto mehr behält der Stahl seine natürliche Härte.

Man raffinirt den Stahl ein, zwei und mehrere Male, indeß ist ein zu oft wiederholtes Gärben dem Stahle nicht vortheilhaft. Zweckmäßiger ist es, die Stahlstäbe so dünn als möglich auszurecken, und sich dadurch ein öfteres Raffiniren zu ersparen. Eine Zange oder eine Garbe (ein Convolut von dünn ausgeschmiedeten und übereinander gelegten Stahlstäben, welche wieder zusammengeschweißt werden sollen), welche aus sechs und zuweilen aus einer weit größeren Anzahl von übereinander liegenden Stäben oder Schienen besteht, giebt beim ersten Raffiniren einen aus 6 Schienen bestehenden Stahl; beim zweiten Raffiniren wird die Stahlstange aus 12, beim dritten Raffiniren aus 24 u. s. f. zusammengesetzt sein. Sind die Stahlstäbe aber so viel dünner ausgereckt, daß die Zange, statt aus 6, aus 8 Stäben besteht, so wird die Stahlstange beim zweiten Raffiniren aus 16, beim dritten aus 32 u. s. f. zusammengesetzt sein. Daraus geht hervor, daß das möglichst dünne Ausrecken des Rohstahls sehr vortheilhaft ist, weil dadurch ein einmaliges Raffiniren erspart werden kann.

Die erste Arbeit beim Raffiniren des Roh- oder Cementstahls ist das Plätten oder das Schienen der Stäbe. Die aus der Rohstahl- oder aus der Cementirhütte kommenden Quadratstäbe werden zu dünnen, flachen Stäben von etwa 2 Fuß Länge ausgereckt und rothglühend sogleich vom Hammer in kaltes, fließendes Wasser geworfen. Die geplätteten, etwa 1½ Zoll breiten Stahlschienen werden alsdann in eine Garbe zusammengelegt, so daß immer ein roheres und ein gaareres

oder ein härteres und ein weicheres Stück übereinander zu liegen kommen. Das Zusammenlegen oder das Setzen der Garbe erfordert daher einen Arbeiter, welcher die genaueste Kenntniß von der Beschaffenheit des Stahls besitzt und der die Stahlsorten nach dem Bruchansehen u. s. f. vollkommen zu unterscheiden versteht. Die beiden Stäbe auf den beiden Seiten der Garbe, nämlich die obere und die untere, müssen die ganze Länge der zu setzenden Zange haben; übrigens können die mittleren Stücke aus mehreren Bruchstücken bestehen, wie es die Nothwendigkeit oder der Zufall, (weil die Stahlstäbe beim Ablöschen im Wasser, nach dem Plätten, oft wider Willen in mehrere Stücken zerspringen) erfordern. Die zusammengesetzte Garbe wird mit einer Zange gepackt und zuerst in ein Rothglühfeuer gebracht, während eine andere Zange, die vorher im Rothglühfeuer war, in der Weißglühhitze liegt. Während der zu raffinirende Stahl der Weißglühhitze ausgesetzt ist, muß er mit gebranntem und fein gepulvertem Thon bestreut werden, theils damit er gegen Abbrand gesichert ist, theils damit er eine saftige Schlackenrinde erhalte, welche das Verbrennen des Kohlenstoffes möglichst verhindert. Die weißglühende und möglichst saftige Stahlgarbe wird nun unter dem Hammer zu $1\frac{1}{2}$zölligen Quadratstangen ausgereckt. Soll er zwei Mal raffinirt werden, so wird die fertige einmal raffinirte Stahlzange mit einem Setzeisen in der Mitte durchgehauen, umgebogen und wieder, wie vorhin, raffinirt, welches beim drei- bis viermaligen Raffiniren u. s. f. ebenfalls wiederholt wird.

Die Raffinirfeuer, bei welchen man Steinkohlen anwendet, sind gewöhnliche Schmiedeessen, wie man sich derselben zur Bereitung von feineren Eisensorten bedient, welche mehrere nebeneinander liegende Formen oder Zuströmungsöffnungen für den Wind erhalten, damit die Zangen eine lange Hitze bekommen können. Um die Hitze zusammenzuhalten, sind die Feuer gewöhnlich mit einem Gewölbe versehen, wodurch die Raffinirfeuer das Ansehen von langen Backöfen erhalten. Wollte man ähnliche Herde oder Oefen zum Stahl raffiniren mit Holzkoh-

len anwenden, so würde man, weil die Holzkohlen eine geringere Hitze geben, die Zange mit mehreren Hitzen ausrecken müssen als bei der Anwendung von Steinkohlen. Bei sehr backenden Steinkohlen bedarf es des Gewölbes über dem Herde weniger, weil die Steinkohlen selbst ein natürliches Gewölbe bilden, in welchem die Stahlzangen liegen. Beim Heitzen sucht man die Berührung des Stahls mit den rohen und noch mit Flamme brennenden Steinkohlen möglichst zu verhüten.

Die Raffinirfeuer bei Holzkohlen, deren man sich in Steiermark bedient, haben im Allgemeinen die Construction eines gewöhnlichen Frischherdes. Der mit drei Schlackenlöchern versehene Schlackenzacken wird durch zwei gußeiserne aufrechtstehende Platten festgehalten. Vor dem Herde ist die sogenannte Essenbank, welche zur Auflagerung für die Stäbe dient. Durch eine schräge Fläche der Rückwand der Esse wird der Rauch ꝛc. in den Essenschlot geleitet.

Bei dem sogenannten Plätten oder Abschienen füllt man die 14 Zoll tiefe Feuergrube bis zur Form mit Lösche aus, steckt in diese Lösche 9 Rohstahlstücke lothrecht ein. Das mittlere, der Form zunächst stehende Rohstahlstück ist von derselben 2$^1/_2$ bis 3 Zoll entfernt, und alle 9 Stücke erhalten eine etwas höhere Lage als die Form. Dann werden wieder ähnliche Rohstahlstücke über die hervorstehenden Köpfe der ersteren gelegt und quer über diese wieder andere Stücke in zwei Linien Entfernung von einander; sodann folgt abermals eine Schicht querüber und dann so fort, bis 7 Schichten auf den Stäben übereinander liegen, welche zusammen eine Höhe von 8 Zoll erhalten. In die oberste Schicht werden die sogenannten Wurzelbrocken gelegt, nämlich die Stücken, welche von unganzen Kolben beim Ganzmachen abgefallen und für sich in viereckige Stückchen zerschlagen worden sind. Auf diese Aufschichtung werden Kohlen aufgeschüttet, die durch Kohlenlösche zusammengehalten werden, welcher ein Stück Holz von dreieckigem Querschnitte zur Grundlage dient,

Die Geschicklichkeit des Raffinirschmieds besteht darin, den

Stahl möglichst fein zu plätten, die Garben gut und dem Gebrauche, der von dem Stahl gemacht werden soll, angemessen, zusammenzusetzen; die geplätteten Stäbe möglichst dicht übereinander zu legen, damit keine großen Zwischenräume entstehen, beim Heitzen eine recht saftige Schweißhitze zu geben, beim Schmieden keine undichten oder nicht zusammengeschweißte Stellen zu lassen und den Windstrom so zu leiten, daß weder der Luftstrom noch das Brennmaterial (wenigstens bei der Anwendung von Steinkohlen) zu sehr mit der weißglühenden Garbe in nachtheilige Berührung kommen. Ein guter Raffinirschmied kann die Fehler eines zu harten und zu weichen Stahls durch Einsicht, Geschicklichkeit und Unverdrossenheit ansehnlich verbessern, und durch vorsichtiges Heitzen viel zur Erhaltung der Härte des Stahls beitragen. Nach dem verschiedenen Gebrauche, der von dem Stahl gemacht werden soll, kann er durch das Setzen der Zangen härteren oder weicheren Stahl darstellen. Die von einer fehlerhaften Beschaffenheit des Eisens herrührende Sprödigkeit vermag er freilich nicht zu heben.

Der Abgang beim Raffiniren ist sehr bedeutend und beträgt beim jedesmaligen Raffiniren 7 bis 12 Procent; zum Raffiniren von 100 preuß. Pfunden raffinirten Stahls kann man 3 bis 3½ Cubikfuß Steinkohlen für das Plätten und Schweißen rechnen. — In Steiermark berechnet man beim Raffiniren des Stahls gewöhnlich 8 Procent Abgang vom Stahle und 30 bis 35 Cubikfuß Holzkohlen aus weichem Holze für 100 Pfund raffinirten Stahl.

Weiter oben, im zweiten Capitel, bei Beschreibung der Paaler Stahlarbeit erwähnten wir der Kölbchen, die zwar ein fertiges Fabrikat sind, jedoch in diesem Zustande nie in den Handel kommen, sondern zum Ausheitzen und Ausstrecken an ein besonderes Feuer abgegeben werden.

Ein solcher Herd ist unter einer Zerrennfeueresse vorgerichtet, hat 2 Fuß 9½ Zoll Länge, 1 Fuß 5½ Zoll Breite und 9½ Zoll Tiefe bis zur gußeisernen Bodenplatte. In der Mitte wird, nach der Länge des Herdes, durch zwei gußeiserne Zak-

ken, von denen der vordere 11 Zoll, der hintere 6,10″ Höhe hat, eine 4 Zoll tiefe und 4 Zoll breite Gasse gebildet, welche die Form, deren rundes Auge 1½ Zoll Durchmesser hat, mit 5 bis 6 Grad Steigung bestreicht. Die Räume zwischen den langen Herdwänden und den Zacken sind mit Lösche ausgestampft.

Die Gasse oder der Canal wird mit kleinen Kohlen ausgefüllt. Quer über der Gasse werden auf die Zacken 20 Kölbchen (kleiner Stahlkolben) neben einander gelegt, welche 1 bis 1½ Fuß hoch mit gröberen Kohlen überschüttet werden, die man vorn mit einer Anfüllung von Kohlenlösche umgiebt, um den Zutritt der Luft abzuhalten und ein dichteres Anschließen der Lösche an den durchgesteckten Schenkeln der Zangen zu bewirken. Sodann beginnt das Anwärmen der Kölbchen, welches nach anderthalb Stunden so weit gediehen ist, daß sie ausgereckt werden können. Dies geschieht unter einem 140 Pfund schweren Hammer (Ziehhammer), dessen Bahn 12 Zoll lang und 1 Zoll breit ist. Die Kölbchen werden mit einem Male, d. h. ohne ein zweites Anwärmen, zu Stäben von einem halben Zoll Quadrat ausgeschmiedet. Es werden für jeden Besatz etwa 130 Pfund Kölbchen genommen, wozu etwa 8 Cubikfuß Holzkohlen verbraucht werden. Der ausgestreckte Stahl wird nur noch schwach rothwarm im kalten Wasser gehärtet, mit Hammerschlag sauber abgerieben, mit Wasser abgespült, getrocknet, dann gebrochen und sortirt und endlich in Fässer oder Kisten gepackt, auf denen das Zeichen der Stahlsorte aufgebrannt ist.

Unganze Kolben zieht man aber nur bis zur Stärke von ¾ bis 1 Zoll im Quadrat aus, und nennt diesen Stahl Romanstahl. — Der Abgang oder der Stahlverlust beim Ausstrecken beträgt 5 bis 6 Procent von den in die Arbeit gegebenen Kölbchen.

Beim Raffiniren des Puddelstahls hat man in den Stahlwerken bei Hagen in Westphalen eine ganz neue Methode durch anhaltendes Glühen der, mit einer selbst indifferenten, aber zu-

gleich den äußeren Einfluß abhaltenden Thonhülle umzogenen Rohstahlstäbe angewandt; allein man scheint keine guten Resultate damit erlangt zu haben. Es wird daher neuerlich der Puddelstahl entweder durch vorausgehendes Abschienen förmlich gegärbt, oder aber blos in Schweißhitzen ganz gemacht und ohne alle weitere Raffinirung zu den gewünschten Dimensionen ausgeschmiedet oder ausgewalzt. Ein Gärben oder Packetiren muß jedenfalls aber dann vorgenommen werden, wenn größere Stücke aus Puddelstahl angefertigt werden sollen, wie z. B. Spurkranzeisen und Achsen für Locomotiven und Eisenbahnwagen.

Beim öfteren Erhitzen, besonders aber beim Gärben tritt indessen ein wesentlicher Nachtheil des Puddelstahls hervor, so daß er nämlich sehr von seiner Härte verliert und bald absteht. Dieser Uebelstand hängt wesentlich von dem zum Verpuddeln angewendeten Roheisen ab, und würde demgemäß bei manchem zu vermeiden sein; allein es wird dies Uebel bei dem Puddelstahl mehr hervortreten als bei dem Rohstahl, der aus demselben Roheisen dargestellt worden ist.

Wir wollen nun noch einen allgemeinen Begriff von einem Stahlhammer und einem Walzwerk zu geben suchen. — Da der raffinirte oder gegärbte Stahl in einer Hitze zu Stäben von oft sehr geringen Dimensionen ausgezogen werden muß, so ist es unerläßlich, daß der Hammer, sehr rasch, d. h. 350 — 400 Schläge in einer Minute mache. Ebenso müssen seine Schläge mit möglichster Gleichförmigkeit erfolgen, und es ist bemerkenswerth, daß es bis jetzt noch nicht recht hat gelingen wollen, eine Dampfmaschine zur Bewegung dieser Stahlhämmer mit demselben Erfolge als das Wasser anzuwenden. Man hat in England entschieden die Erfahrung gemacht, daß das Ausrecken der Stahlstäbe mittelst der von Dampfmaschinen getriebenen Hämmer, niemals so schön ausfällt, als wenn dieselben von Wasserkraft bewegt werden, und deßhalb bedient man sich noch bis zu dieser Stunde in den größten englischen Stahlwerken nur des Wassers als bewegende Kraft.

Die beigedruckte Figur 10 giebt uns einen allgemeinen

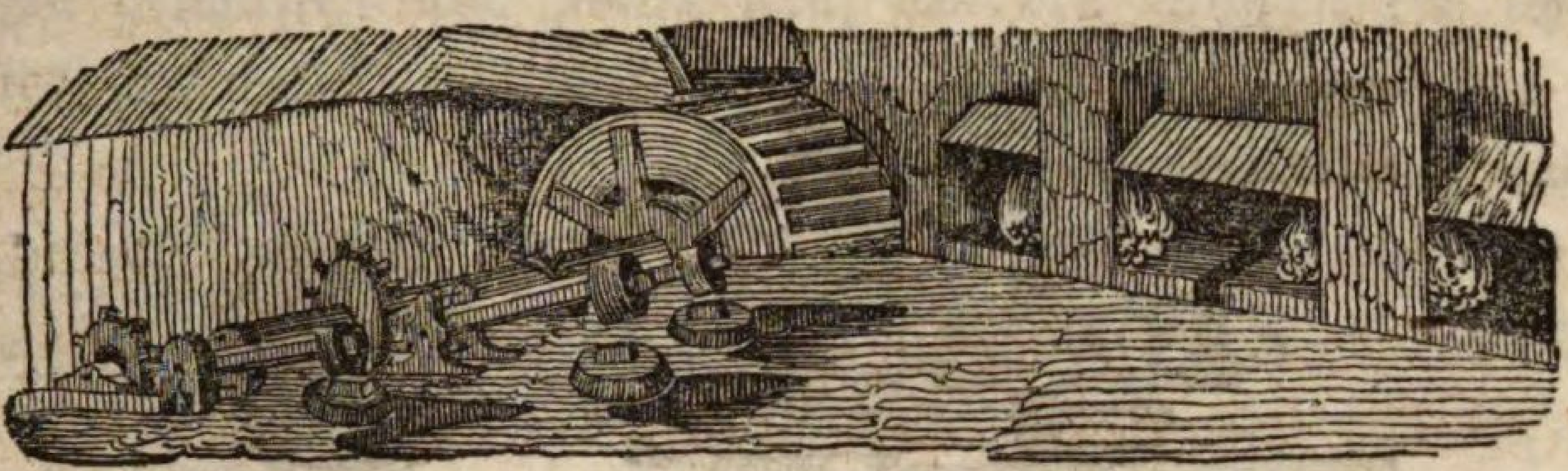


Fig. 10.

Begriff von einem solchen Stahlhammerwerk, in England Tilting mills genannt. Es befinden sich darin immer 3 Hämmer nebeneinander und an der Wand daneben mehrere Feuer. Die Hämmer befinden sich an einer Welle, haben abnehmende Größe, d. h. sie wiegen etwa 2, $1\frac{3}{4}$ und $1\frac{1}{2}$ Centner und stehen einer hinter dem andern etwas zurück, so daß es den Arbeitern möglich wird, auf allen dreien zugleich zu arbeiten, ohne einander zu hindern.

Figur 11 stellt einen solchen Hammer etwas deutlicher dar.

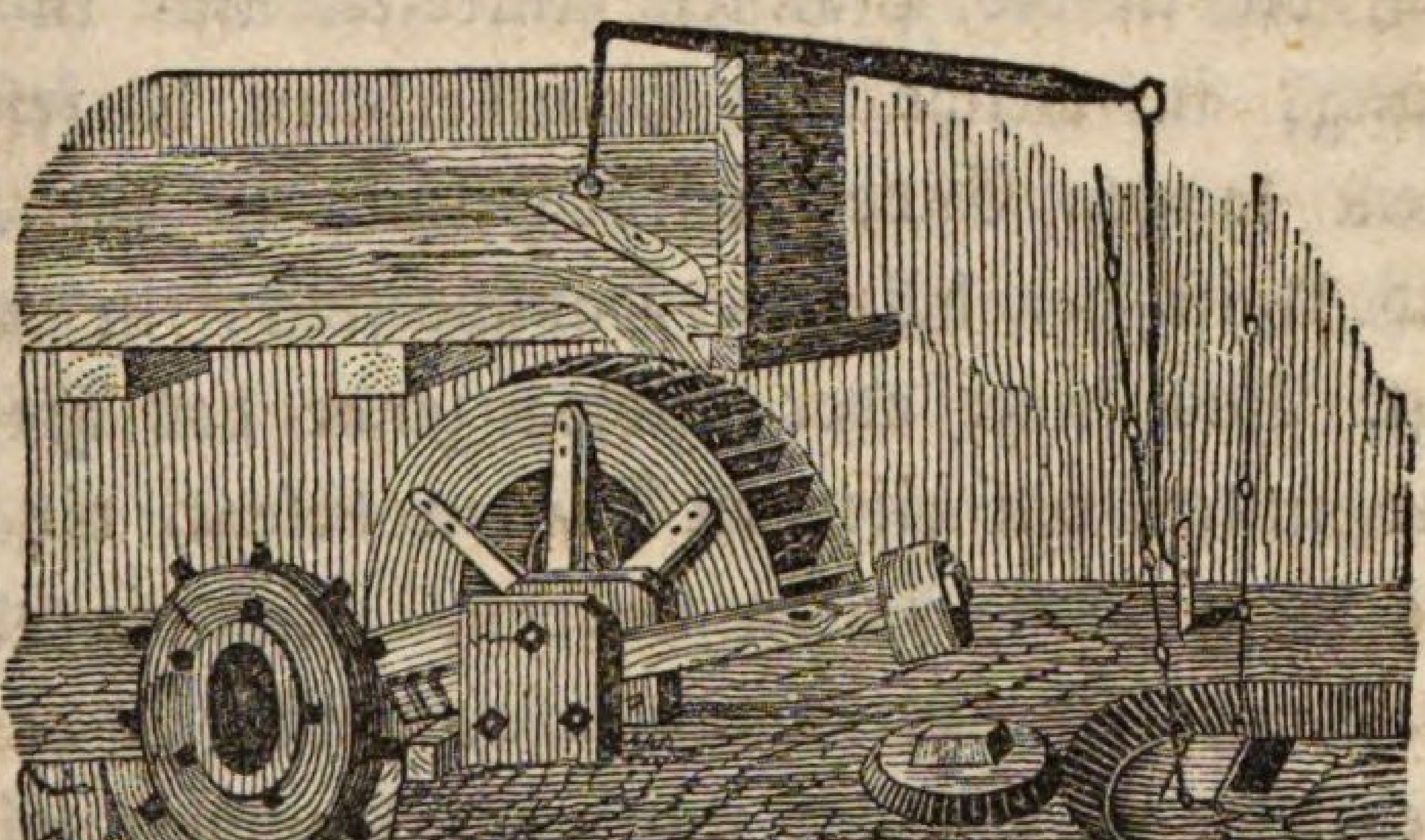


Fig. 11.

Wir sehen das oberschlächtige Wasserrad mit dem darüber befindlichen Wasserkasten nebst Schütz, der von dem Schmiede bewegt werden kann. Häufig sitzt der Schmied auf einem an der Decke des Hüttengebäudes hängenden und beweglichen Brette, so daß er vor- und zurückrücken kann.

Figur 12 verdeutlicht die Construction eines solchen Ham-

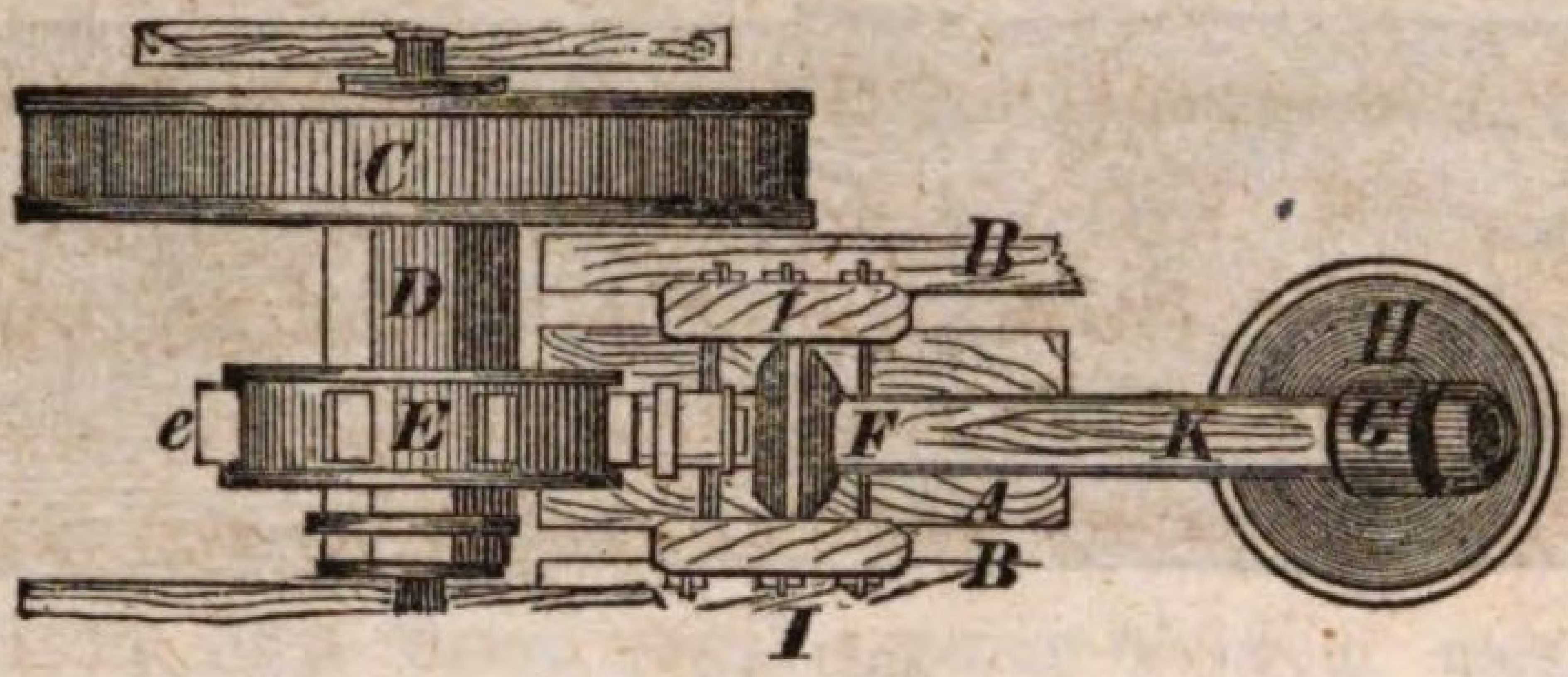


Fig. 12.

merwerks noch etwas näher. Die Hammergerüstständer I, welche aus Gußeisen bestehen, müssen mittelst ihrer Füße recht fest mit dem Schwellwerk A und B verbunden sein, damit die fortdauernden Erschütterungen dieselben nicht lösen können. Auch sind die beiden Ständer mittelst schmiedeeiserner Stehbolzen über und unter dem Hammer mit einander verbunden. In den Ständern sind stählerne oder broncene, harte Pfannen angebracht, in denen sich die Hülse F dreht; dieselbe ist kranzförmig, hat zwei Zapfen, die in die Pfannen eintreten und in der Mitte eine Oeffnung, in welche der Hammerhelm K fest eingekeilt ist. An dem langen Ende dieses Helmes ist der Hammer G befestigt und H ist der hölzerne Hammerstock, in welchem der Ambos liegt. Das kurze oder Schwanzende des Hammerhelms ist oben und unten mit eisernen Platten belegt, die durch ebenfalls eiserne Ringe festgehalten werden. Auf die obere Platte drücken die schmiedeeisernen Daumen e, welche in den gußeisernen Daumenkranz E befestigt sind; der Hammer wird dadurch gehoben und das Schwanzende des Helmes gegen einen mit Eisen belegten Klotz, den sogenannten Prellklotz, getrieben, der die Hubhöhe des Hammers beschränkt und seinen Fall beschleunigt. Man nimmt einen solchen Hammer zum Unterschiede von andern Arten von Hämmern, wie sie bei der Stabeisenfabrikation angewendet werden, einen Schwanzhammer.

Hammer und Ambos bestehen aus Eisen und haben schwalbenschwanzartige Einschnitte, um verschiedene stählerne Bahnen

einschieben und festkeilen zu können. Diese beiderseitigen Bahnen müssen geschliffen und polirt sein, um den Stuben ein schönes glattes Ansehen zu geben. Fig. 13 gibt die Abbildung von

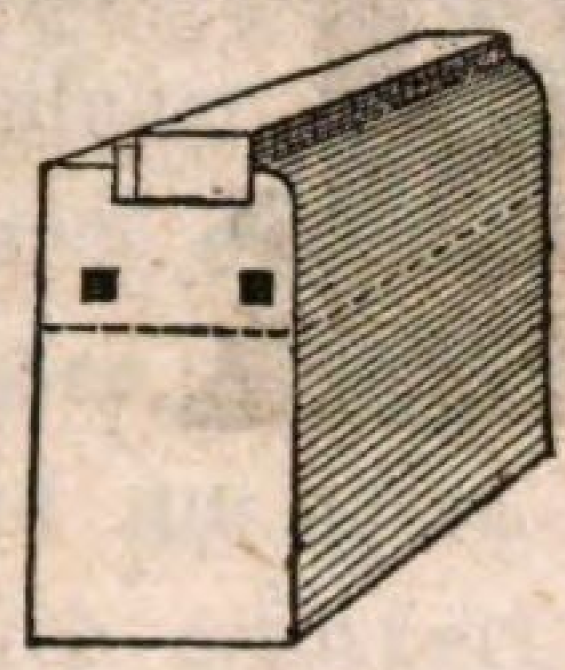


Fig. 13.

einem esernen Ambos mit eingekeilter stählernen Bahn. Bis zu der punktirten Linie ist der Ambos in den Hammerstock, der zu dem Ende mit einer gußeisernen Schale versehen ist, eingelassen. Zwei Löcher an der vorderen Seite des Amboßes dienen dazu, Brechstangen hineinzustecken und den Ambos aus dem Stock zu heben. — Häufig bestehen Hammer- sowie Ambosbahn aus zwei Abtheilungen. Die vorderen genau aufeinander passenden Bahnen sind genau abgeschliffen und polirt und dienen zum Abrichten und Ebenen der Stäbe. Die hinteren kleinen Hälften dagegen sind schmäler und an den Kanten abgerundet. Sie bilden den eigentlichen Reckhammer, indem man den Stab in der Quere darüberlegt und derselbe mit jedem tief eindringenden Hammerschlage ausgereckt wird.

Obgleich das Ausrecken des Stahles im Allgemeinen durch Hämmer bewirkt wird, indem man durch das Schmieden eine bessere Qualität zu erlangen glaubt; so wird doch neuerlich auch häufig, besonders bei den gewöhnlicheren Sorten, das Auswalzen sämmtlicher Stahlsorten, namentlich des Brenn-, des Guß- und des Puddel-Stahls angewendet, und man würde auch bei dem gewöhnlichen rohen und raffinirten Schmelzstahl Walzwerke zum Ausrecken der Stäbe anwenden, wenn ihre Anlage nicht sehr kostbar wäre, die Stahlwerke aber sehr häufig, sowohl in Deutschland als England, in den Händen kleinerer Werksbesitzer sind, welche so kostbare Anlagen vermeiden müssen. In großen Stahlwerken findet man jetzt überall ein Walzwerk.

Die folgende Figur 14 giebt einen Begriff von einem solchen S t r e c k w a l z w e r k, sowie sie bei der Stabeisenfabrikation ganz allgemein angewandt werden. u und o sind zwei ringförmig cannelirte oder mit sogenannten Kalibern versehene

gußeiserne Walzenpaare, von denen das erstere zum Walzen von

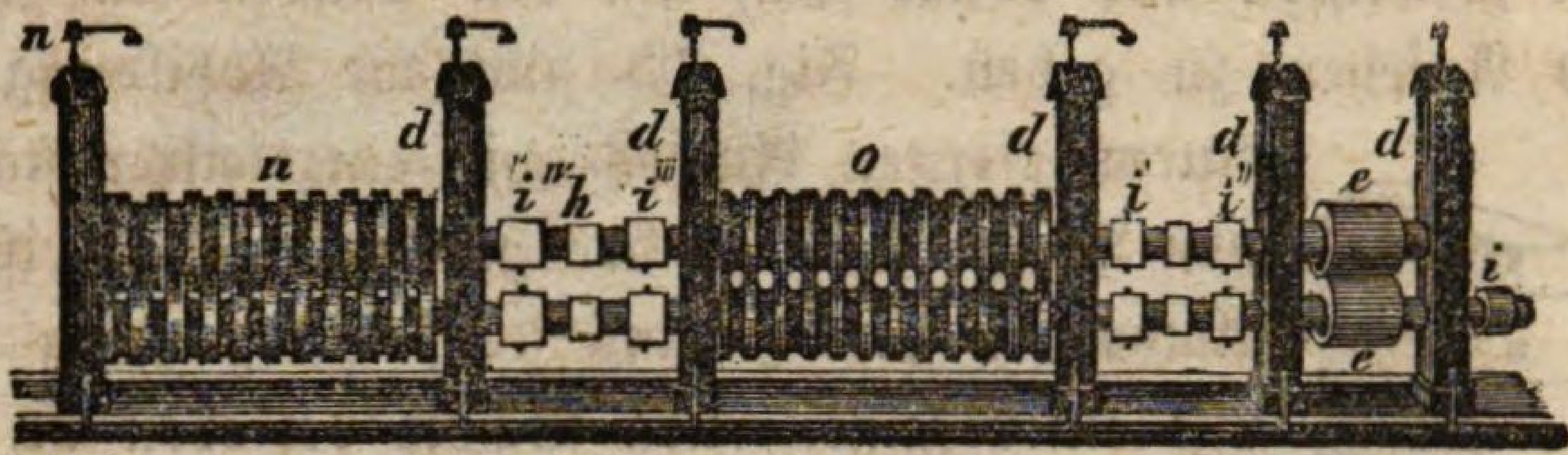


Fig. 14.

flachen, parallele pipodischen, das andere zum Walzen von cylindrischen (runden) Stahlstäben bestimmt ist. Die starken eisernen Zapfen dieser Walzen ruhen in Pfannen, welche in den gußeisernen Ständern d, d, d, d, . . angebracht sind. Durch die Muffen i', i'', i''', i^{IV} sind diese Zapfen vermittelst der Mittelstücke h mit einander verkuppelt. Die ineinander greifenden Walzenräder oder Getriebe e, e setzen sowohl die oberen wie die unteren Walzen in rotirende Bewegung, indem das untere Walzenrad, dessen Zapfen durch die Kuppelung i mit einem großen eisernen Schwungrade in Verbindung steht, durch ein Wasserrad oder eine Dampfmaschine bewegt wird. Die auszuwalzenden weißglühend gemachten Stahlstäbe werden zuerst in die größeren Kaliberöffnungen zwischen die Walzen gebracht und dann, wenn sie diese passirt haben, in die darauf folgenden kleineren. Die nähere Einrichtung eines der Walzenständer d, d, . . geht aus der folgenden Figur 15 hervor, die die vordere Ansicht eines solchen darstellt.

d, d sind die beiden Schenkel des Ständers, welche den oberen ringförmigen Theil desselben tragen, in dem die große Schraube n durch Drehen des Hebels m auf- und abbewegt werden kann. Diese Schraube drückt, wenn sie ganz niedergeschroben ist, auf das eiserne Querstück b, welches unmittelbar auf dem



Fig. 15.

Zapfen z der obersten Walze ruht und zu beiden Seiten in-

nerhalb zwei in den Ständerschenkeln angebrachten senkrechten Schlitzen beweglich ist. Bei dieser Stellung der Schraube wird also der Zapfen der oberen Walze verhindert, sich aufwärts zu bewegen, und hat solchergestalt, da sein unteres Zapfenlager von den eisernen Stangen a, a getragen wird, welche durch entsprechende Oeffnungen des Ringstückes und Querstückes gehen, eine durchaus feste Lage, welche nur das Rotiren desselben um seine Achse gestattet. Diese feste Lage des Zapfens wird erfordert, weil sonst die obere Walze während des Auswalzens gehoben und daher der Umfang der Kaliberöffnungen verändert werden würde. Nur wenn die gröbsten Kaliber zum Auswalzen von Stäben eines beträchtlichen Kalibers benutzt werden, wobei der auf die Zapfen der Walzen nach oben ausgeübte Druck sehr bedeutend ist, wird die Schraube n etwas gelüftet, wodurch sich die obere Walze ein wenig heben kann und dem Stahlstabe leichter den Durchgang gestattet. Jeder der Zapfen der unteren Walzen hat eine feste unveränderliche Lage auf einem Querstücke, von denen das eine, e, im abgebildeten Ständer sichtbar ist.

Die mit dem Hammer gezängten und zu Kolben ausgeschmiedeten Stahlluppen werden in einem Wärmherde oder zweckmäßiger in einem Schweißofen, der dieselbe Einrichtung hat, wie der im vorhergehenden Capitel beschriebene und in den Figuren 7 — 9 abgebildete Puddelofen, stark rothglühend gemacht und kommen dann in das stärkste Kaliber des Walzwerks. Der Feuermann, der das Wärmen besorgt hat, ergreift den Kolben mit einer Zange, nimmt ihn aus dem Herde oder Ofen, übergiebt ihn dem Vorwalzer, der an der vordern Seite des Walzwerks steht, und ihn durch das stärkste Kaliber gehen läßt, worauf ihn der an der hintern Seite des Walzwerks stehende Arbeiter ebenfalls mit einer Zange faßt und über die obere Walze dem Vorwalzer zurückgiebt. Soll der Stab zu einem Rund- oder Quadratstab ausgewalzt werden, so wird er, ehe er in das nächstfolgende Kaliber gelangt, von dem Vor-

walzer um $^1/_4$ seiner Peripherie gedreht, dann durchgewalzt, von dem zweiten Arbeiter abgenommen, dem ersten zurückgegeben, wiederum um $^1/_4$ seiner Peripherie gedreht und so fort, bis er die erforderlichen Dimensionen erlangt hat. Soll dagegen der Stahl zu Flachstäben ausgewalzt werden, deren Kaliber bei u, Figur 9, dargestellt worden sind, während das Walzwerk o derselben Figur Rundstäbe walzt, so werden die Stäbe jedesmal um die halbe Peripherie gedreht, bis sie die erforderlichen Dimensionen erlangt haben. Sollen Quadratstäbe ausgewalzt werden, so werden die Walzen o oder u aus ihrem Gerüst gehoben und solche mit quadratischen Kalibern eingelegt, wie denn überhaupt jedes Walzwerk mit den erforderlichen Sortimenten von Walzenpaaren versehen sein muß, damit alle im Handel üblichen Dimensionen der Stäbe ausgewalzt werden können.

Die fertig gewalzten Stäbe, welche mehr oder weniger lang sind, werden noch warm auf einer langen eisernen Bank mit hölzernen Hämmern gerade gerichtet, dann wie die geschmiedeten, in einem Härtetroge abgelöscht, zerschlagen und sortirt, um entweder in Kisten oder Fässern, oder in Bunden von $^1/_4$, $^1/_2$ oder einem ganzen Centner, mit eisernen Bändern zusammengehalten, oder in einzelnen Stäben in den Handel gebracht zu werden.

Das Auswalzen hat vor dem Ausschmieden den großen Vorzug, daß es weit rascher erfolgt; es braucht daher ein auszuwalzender Kolben auch nur einmal glühend gemacht zu werden, während beim Ausrecken mittelst des Hammers ein einmaliges Wärmen nicht ausreicht.

Sollen Spurkränze oder Achsen ausgewalzt werden, so sind, namentlich zu ersteren, eigenthümliche Walzwerke erforderlich. Man gebraucht alsdann große Schweißöfen, um die zu so großen und schweren Stücken erforderlichen Packete, d. h. Lagen von vorher schon ausgeschmiedeten oder ausgewalzten Stäben, auszuschweißen, und die Walzwerke müssen wenigstens

aus 2 Paar Walzen oder Gerüsten bestehen, von denen das erste Paar das Spurkranz- oder Achseisen vorbereitet, während das zweite Paar dasselbe vollendet.

Fünftes Capitel.

Von der Bereitung des Brenn- oder Cementstahls.

Die Eigenschaft des Stabeisens, durch Glühen mit kohligen Substanzen in fest verschlossenen Räumen in der Weißglühhitze hart und stahlartig zu werden, ist schon so lange bekannt, daß es sich nicht mehr nachweisen läßt, wann und wo von derselben zuerst eine Anwendung im Großen gemacht worden ist. Ohne Zweifel beschränkte man sich zuerst darauf, kleinen Eisen- und Stahlarbeiten durch Glühen mit kohligen Stoffen in bedeckten Gefäßen mehr Härte mitzutheilen, bis man zuletzt die Umänderung des Stabeisens in Stahl auf diesem Wege versuchte. Wie unvollkommen die ersten Versuche ausgefallen sein mögen, ist nicht mehr auszumitteln. Als Reaumur sein vortreffliches Werk über die Brennstahlbereitung schrieb, hatte diese Fabrikation beinahe den Grad der Vollkommenheit erlangt, auf welchem wir sie noch jetzt erblicken, nur daß die Einrichtungen zur Feuerung der Oefen später mehr und mehr vervollkommnet wurden. Reaumur gebührt das Verdienst, zuerst auf die äußeren Kennzeichen der verschiedenen Arten des Stabeisens, des Stahls und des Roheisens aufmerksam gemacht und gründlich gezeigt zu haben, wie sich die Eigenschaften dieser Eisenarbeiten nach ihren äußeren Kennzeichen beurtheilen lassen. Die Veränderungen, welche das Gefüge des Stabeisens beim Brennen oder Cementiren mit kohligen Stoffen erlitt, mußten ihn nothwendig auf diese Untersuchungen führen, wobei ihm die großen Verschiedenheiten nicht unbemerkt blieben, welche

sich in dem Verhalten der verschiedenen Stabeisen- und Stahlarten zeigten. Seine Versuche, die er mit verschiedenen Cementirpulvern anstellte, gewähren nicht allein theoretisches Interesse, sondern sind auch für die Anwendung von Wichtigkeit geworden.

Seitdem die Verbindungen des Eisens mit Kohle näher bekannt worden sind, lassen sich alle Erscheinungen, welche das Eisen beim Glühen und Schmelzen, ohne und mit den verschiedenartigsten Zusätzen darbietet, leicht erklären. Merkwürdig bleibt es aber, daß sich das Eisen und die Kohle blos durch anhaltendes Glühen mit einander zu Stahl verbinden, und daß sich das Stabeisen scheinbar immer nur in Stahl und nicht in Roheisen umändert, so lange es nicht bis zum Flüssigwerden erhitzt wird. Bei einem sehr lang fortgesetzten Glühen in starker Hitze, welche die Schmelzhitze noch nicht erreicht, entsteht eine sehr spröde Verbindung, deren Zusammenhang immer lockerer wird, und welche sich in dem Augenblicke, wenn die Glühhitze den Schmelzpunkt erreicht hat, nicht in weißes, sondern jederzeit in graues Roheisen umändert. Diese Erscheinung ist merkwürdig, indem sie zeigt, daß die allgemeine Verbindung des Eisens mit Kohle nur in gewissen Graden der Temperatur von Bestand ist, daß sie nicht zersetzt wird, wenn das mit Kohle verbundene Eisen plötzlich erkaltet, daß aber bei einer langsam erfolgenden Abkühlung sich andere Verbindungen des Eisens mit Kohle einleiten, welche entweder zur Entstehung einen Polycarburets (in dem weichen Stahle) oder außerdem noch zur Ausscheidung eines Theils der Kohle als Graphit (in dem grauen Roheisen) Anlaß geben, je nachdem das kohlehaltende Eisen weniger oder mehr Kohle aufgenommen hatte und in der erhöhten Temperatur, vor dem langsamen Erstarren, schwächer oder stärker erhitzt worden war. Damit sich aber die Kohle im reinen Zustande, als Graphit, ausscheiden könne, bedarf es jedesmal nicht blos eines vollkommen flüssigen Zustandes der Masse, sondern auch eines, die Schmelzhitze übersteigenden Grades der Temperatur. Könnte man die Hitze so genau reguliren, daß sie den Schmelzgrad

niemals erreichte, so würde alles Eisen durch Cementiren mit Kohle in eine spröde roheisenartige Masse verwandelt werden können; denn nur dann erst, wenn die Schmelzhitze eintritt, wird durch Ueberwältigung der Cohäsionskraft, diejenige allgemeine Verbindung der Kohle mit Eisen, welche weißes Roheisen genannt wird, d. h. der sprödeste Stahl, entstehen, eine Verbindung, die sich bei dem langsamen Erstarren wieder mit sich selbst entzweit und graues Roheisen, d. h. eine Verbindung von Eisen mit Graphit, darstellt.

Die Veränderungen, welche das Stabeisen durch anhaltendes Cementiren mit Kohle erleidet, hat Reaumur am Sorgfältigsten beobachtet.

Die im Cementirofen erkalteten Stahlstäbe sind nach dem Herausnehmen so brüchig, als wären sie gehärtet, und an diesem Verhalten läßt sich erkennen, ob die Verwandlung des Eisens in Stahl vollständig stattgefunden hat. Der zackige Bruch macht einem blättrigen Gefüge Platz. Zuerst erscheinen diese Blättchen mit einer weißen Farbe, so daß das Eisen das Ansehen eines sehr schlechten kaltbrüchigen Eisens haben würde, wenn es sich von diesem nicht durch die größere Gleichheit und die regelmäßigere Stellung der Blättchen gegeneinander unterschiede. Beim Fortgange des Processes nehmen diese Blättchen immer an Größe ab, verlieren aber in demselben Verhältnisse ihre weiße Farbe und bekommen ein immer dunkler gefärbtes Ansehen. Zuletzt werden sie so klein, daß sie dem unbewaffneten Auge als Körner erscheinen. Ein körniges Gefüge mit weißer Farbe läßt aber zuverlässig auf eine noch nicht erfolgte Umänderung des Roheisens in Stahl schließen, denn wenn diese stattgefunden hat, so sind die Körner nicht mehr weiß, sondern sie besitzen eine graue Farbe. Ist diese Farbe erst wenig gesättigt, so zeigt sie einen sehr weichen Stahl an; mit dem zunehmenden Dunkelwerden der Farbe erlangt der Stahl eine immer größere Härte, und wenn die Körner endlich ein sehr dunkles und sehr feines Ansehen erhalten, so daß man die dunklen Körnchen nicht mehr unterscheiden kann, sondern die Masse sich in

einem fast geflossenen Zustande darstellt, so wird der Stahl so wild, daß er sich kaum noch schweißen und weiter behandeln läßt.

Das beste Eisen erhält, bei einerlei Graden der Cementationshitze, immer die größten und ausgezeichnetsten Blättchen.

Die Ursache der Brüchigkeit der bei dem langsamen Erkalten aus dem Cementirofen kommenden Stahlstäbe ist schwer zu erklären. Es scheint dabei blos eine mechanische Ursache, nämlich eine Auflockerung und Trennung, zum Grunde zu liegen; denn eine Folge der Härte ist sie durchaus nicht, weil der im Cementirofen langsam erkaltete Stahl keine bedeutend größere Härte zeigt, als das Stabeisen, welches zu seiner Bereitung angewendet worden ist. Nur dann, wenn man ihn in einem noch rothglühenden Zustande aus dem Ofen nimmt, oder wenn man ihn nach dem Erkalten wieder bis zum Rothglühen erhitzt und plötzlich in kaltem Wasser ablöscht, wird er brüchig und hart, wie es bei dem gehärteten Stahle jederzeit der Fall ist. Eine auf solche Art gehärtete Stahlstange bekommt indessen niemals das gleichartige Ansehen auf der Bruchfläche, welches derselbe Stahl zeigt, wenn er vorher durch mechanische Kraft (durch Hämmern oder durch Strecken) zusammengepreßt worden ist.

Der Grund dieser Erscheinungen findet sich in dem Verhalten der Kohle zu dem Eisen, in den verschiedenen Graden der Temperatur. So lange das Eisen sich im glühenden oder in dem geschmolzenen Zustande befindet, kann noch keine Ausscheidung der Kohle, sei es als ein Polycaburet oder als Graphit, stattfinden; plötzliche Erstarrung muß daher die Folge haben, daß sich harter Stahl oder weißes Roheisen bilden, wogegen durch langsames Erstarren die Entstehung von weichem Stahle oder von grauem Roheisen veranlaßt wird.

Der härteste und sprödeste Stahl, welcher sich dem Roheisen am meisten nähert, sowie der weichste und dehnbarste Stahl, der dem Stabeisen am nächsten kommt, würden sich hiernach, wie man vermuthen sollte, auf dem Wege der Cementation bereiten lassen, sobald man den Grad der Hitze und die Dauer derselben, folglich die Quantität der aufzunehmenden

Kohle genau zu bestimmen vermag. So sehr dies auch mit der Erfahrung übereinstimmt, indem die Cementation die härtesten und die weichsten Stahlarten liefert, so wenig bestätigt sie die Vorzüglichkeit des Brennstahls zu den verschiedenen Stahlarbeiten. Die Ursache liegt in dem mechanischen Hindernisse, welches die Kohle bei der Durchdringung der Eisenstäbe findet. Ganz gleichartige Verbindungen können nur bei einer vollkommenen Flüssigkeit der Masse stattfinden, weßhalb sich das Stabeisen, wenn es bis zum völligen Schmelzen erhitzt wird, entweder in gleichartigen Stahl oder in Roheisen verwandelt, je nachdem es weniger oder mehr Kohle aufzunehmen Gelegenheit gehabt hat. Bei der Umänderung des Eisens in Stahl, durch das bloße Glühen mit Kohle, kann die Veränderung, welche in dem Eisen vorgeht, nicht gleichförmig geschehen, weil die Kohle das Eisen nur schichtweise durchdringt, so daß die äußersten Theilchen des Eisens schon Stahl sind, wenn der mittlere Kern noch Eisen ist; daß jene zu hartem Stahle geworden sind, wenn dieser weicher Stahl zu werden beginnt, und daß jene in den roheisenartigen Zustand übergehen, wenn dieser harter Stahl zu werden anfängt. Eine vollkommen gleichartige Masse würde sich dann nur erhalten lassen, wenn das zu Stahl cementirte Eisen geschmolzen oder in den Zustand der Flüssigkeit gesetzt wird, wobei aber die Aufnahme von noch mehr Kohle verhindert werden müßte, insofern das Stabeisen schon soviel Kohle aufgenommen hat, als es die verlangte Beschaffenheit des umgeschmolzenen Cementstahls erfordert.

Ein leichtes Mittel, diese Ungleichartigkeit der Verbindung, wenn nicht aufzuheben, doch bis zu einem hohen Grade zu vermindern, scheint darin zu bestehen, daß man dem zu cementirenden Stabeisen eine möglichst geringe Dicke zutheilt. Obgleich dies Mittel wirklich sehr zuverlässig ist und auch niemals unterlassen werden darf, wenn man eines guten Erfolges bei der Brennstahlbereitung gewiß sein will, so hat die Verminderung der Stärke der Stäbe doch ihre Grenzen, weil zu dünnes Eisen zu leicht schmelzen und die Stahlerzeugung vereiteln könnte.

Außerdem müssen, wenn die Brennstahlbereitung mit ökonomischen Vortheilen im Großen geschehen soll, bedeutende Quantitäten Stabeisen mit einem Male cementirt werden, von denen ein Theil auch bei der vollkommensten Einrichtung des Ofens und der Gefäße, jederzeit einer größeren Hitze ausgesetzt wird als ein anderer. Die Dimensionen der Stärke dürfen daher nicht zu gering sein, wenn nicht eine Schmelzung des Eisens an den der Hitze am meisten ausgesetzten Stellen herbeigeführt werden soll.

Ein zweites Mittel, dem cementirten Stahle eine gleichartigere Beschaffenheit zu geben, besteht darin, ihn zu raffiniren oder zu gerben. Dieß Mittel wirkt zwar weniger chemisch als mechanisch, allein es würde bei mehrmaliger Wiederholung gewiß vollkommen zum Zwecke führen, wenn es ein Mittel gäbe, den Zutritt der atmosphärischen Luft bei Ertheilung der Schweißhitze vollkommen abzuhalten und das Verbrennen eines Theils Kohle, also die Entstehung von immer weicherem Stahle zu verhindern.

Schon das bloße Ausstrecken des cementirten Stahls ist eine, wenn gleich unvollkommene Art von Raffiniren desselben. Auf den Hütten, wo der Brennstahl unraffinirt verkauft wird, pflegt man die flachen Stäbe, so wie sie aus dem Cementirofen kommen, entweder im Raffinirherde oder im Flammenofen zu glühen, und zu Quadratstäben nach den üblichen Dimensionen auszuschmieden. Insofern sich annehmen läßt, daß alle Theile des Stabes dadurch ganz gleich ausgedehnt werden, müssen die mehr oder weniger Kohle enthaltenden Schichten desselben gleichförmig dünner werden und sich einander mehr nähern, weßhalb der Stahl nach dem Ausrecken feiner und gleichartiger wird, wie es die Erfahrung bestätigt. Je dünner der Stab beim Cementiren war, desto weniger stark kann er, um dieselben Dimensionen zu erhalten, ausgedehnt werden; auch wird er eine um so geringere Ausdehnung bei dem, dem Raffiniren vorangehenden Plätten erleiden können. Man hat dieß als einen Grund angeführt, warum es gut sei, nicht zu dünne Stäbe zum Cementiren zu nehmen; es ist indeß auch

zu berücksichtigen, daß das Ausrecken und Raffiniren in demselben Grade weniger nöthig wird, als der Stahl durch dünnere Stäbe an Gleichartigkeit beim Cementiren gewinnt.

Den Zutritt der atmosphärischen Luft beim Cementiren des Eisens mit Kohle vollkommen abzuhalten, ist nothwendig, weil sonst die Verschlackung des Eisens unvermeidlich erfolgen würde. Bei der Umänderung des Stabeisens in Stahl durch Cementiren kommt es also darauf an, das Stabeisen in Berührung mit kohligen Substanzen und gegen die Luft geschützt, einer anhaltenden Glühhitze auszusetzen, welche den Grad der Schmelzhitze des Stahls nicht erreichen darf, aber die lichte Rothglühhitze weit überschreiten muß.

Beim Stahlcementiren im Großen bewirkt man dieß dadurch, daß man das zu cementirende Stabeisen in dicht verschlossenen Gefäßen, oder in Kästen mit Kohlenstaub schichtet und die geladenen Kästen in besonderen Oefen — Brennstahlöfen, Cementiröfen — so lange in Glühhitze erhält, bis das Eisen hinlänglich mit Kohle durchdrungen ist. Man setzt die Kasten unmittelbar mit dem Herde des Ofens in Verbindung und richtet sie nicht beweglich ein, weil die beweglichen Kästen nicht ohne sehr große Unbequemlichkeit und ohne Beschädigungen aus dem Ofen genommen und in denselben gebracht werden würden. Die Länge der Stäbe von 6 bis 10 Fuß, welche eine verhältnißmäßige Länge der Kästen nothwendig macht, würde das Transportiren der Kästen ungemein erschweren, besonders weil dieselben aus Massen angefertigt sein müssen, welche keine Stöße und Schläge aushalten und sehr leicht zerbrechlich sind.

Die Construction der Cementiröfen, welche dazu dienen sollen, die verschlossenen Kästen, in denen sich das Eisen mit Kohle geschichtet befindet, in einer möglichst gleichen Glühhitze zu erhalten, muß im Allgemeinen so beschaffen sein, daß keine Hitze unnöthig (durch unverhältnißmäßig zu große Weite oder Höhe des Ofens) verloren geht; daß die Kästen von allen Seiten gleich stark erhitzt werden und daß man die Hitze durch Regi-

ster zu stimmen und nach Umständen zu schwächen oder zu verstärken im Stande ist.

Die Kästen dürfen daher niemals mit ihrem Boden auf den Herd des Ofens gestellt werden, sondern sie müssen auf Unterlagen und jederzeit hohl stehen, damit sie von der Gluth oder von der Flamme überall getroffen und umspielt werden können. Das Gewölbe des Ofens, unter welchem die Kästen stehen, muß so niedrig als möglich sein, damit die Kästen eben nicht zu kalt bleiben; auch dürfen die Dimensionen des Ofens nicht zu groß, oder die Entfernungen der Ofenwände von den Wänden des Kastens nicht zu bedeutend sein, damit sich die Hitze nicht unnöthig verbreite und vermindere.

Den Grad der Hitze pflegt man gewöhnlich durch Oeffnungen im Gewölbe des Ofens, die man noch mit sogenannten Windpfeifen versehen kann, und durch die Menge von Luft, welche man zum Brennmaterial hinzuströmen läßt, zu bestimmen.

Die Feuerung in den Oefen geschieht entweder mit Holzkohlen oder mit Holz, oder mit Steinkohlen; sie ist also entweder ein bloßes Gluthfeuer oder ein Flammenfeuer. Weil die Cementirhitze nicht so groß sein soll, daß sie die Schmelzhitze des Stahls erreicht, so bedarf es nicht des Gluthfeuers, durch welches (wegen der unmittelbaren Berührung des zu glühenden Gefäßes mit der glühenden Kohle) der stärkste Grad der Hitze, bei der Anwendung von starkem Luftzuge, hervorgebracht werden kann; sondern das Flammenfeuer reicht hin, die Umänderung des Eisens in Stahl zu bewirken. Deßhalb sind die auf Holzkohlen eingerichteten Cementiröfen nur noch höchst selten in Gebrauch. Ohne Zweifel haben die Engländer zuerst den Anfang gemacht, statt der Holzkohlen die Steinkohlen anzuwenden, und der glückliche Fortgang dieser Arbeit bewirkte dann die Anwendung des Holzes. Auch guter Torf wird bei gehöriger Einrichtung der Feuerung mit Nutzen zu gebrauchen seyn.

Bei den Cementiröfen, welche mit Holzkohlen gefeuert werden, stehen die Kästen in der Mitte eines Gewölbes,

welches den Ofen bildet, der eigentlich bloß aus einem hohlen Raume besteht, welcher, außer mit den Cementirkästen, noch mit glühenden Kohlen ausgefüllt ist. Die Kiste steht nicht unmittelbar auf der Sohle des Ofens, sondern auf einer kleinen Erhöhung, weil unten an der Sohle des Ofens die Zuglöcher zum Zuströmen der äußeren Luft angebracht sind. In dem Gewölbe des Ofens befinden sich die Zuglöcher zum Ausströmen der Flamme, von deren weiterem Oeffnen oder engerem Schließen die Stärke der Verbrennung der Kohlen, folglich der Grad der hervorzubringenden Hitze abhängt. Man erkennt an der Farbe der Flamme und der Windpfeifen, ob alle Zugröhren einen gleich starken Zug haben oder ob die eine mehr geschlossen, die andere mehr geöffnet werden muß; ob es überhaupt nöthig ist, die Hitze zu verstärken, oder sie zu schwächen u. s. f. Beim ersten Anfeuern ist die Farbe der Flamme immer dunkler und roth gefärbt; bei der Beendigung des Brandes müssen alle Pfeifen gleichmäßig stark erhitzt und weißglühend sein. Eine ungleiche Hitze im Ofen bewirkt natürlich eine ungleiche Erhitzung der Kästen und eine sehr ungleichartige Beschaffenheit des Stahls in einem und demselben Stabe.

Das Nachfüllen der Kohlen geschieht durch Röhren, welche unter dem Gewölbe des Ofens angebracht sind, und durch welche der Ofen beständig mit Kohlen gefüllt erhalten wird. Man darf die Kohlen nicht zu tief niederbrennen lassen, weil sonst der Ofen sich zu sehr abkühlen würde, welches man wohl zuweilen absichtlich thut, wenn der Ofen gleich im Anfange des Brennens durch ein Versehen zu schnell in große Hitze gerathen ist. Die Röhren liegen also immer voll Kohlen, welche schon vorläufig in Gluth gesetzt werden, damit sie nicht zu kalt in den Ofen kommen. Alle 2 bis 3 Stunden werden sie in den Ofen gestoßen und nachgefüllt.

Wenn die Zwischenräume zwischen den Wänden des Ofens und der Stahlkisten, welche mit glühenden Kohlen ausgefüllt sind, auch möglichst enge eingerichtet werden, so verbrennt doch immer eine große Menge von Kohlen in der obern Höhe des

Ofens ohne Wirkung, weßhalb man die Holzkohlenfeuerung nur noch auf ganz alten Hütten antrifft.

Die auf Holz- oder auf Steinkohlenfeuerung eingerichteten Cementiröfen haben eine und dieselbe Construction und weichen bloß darin von einander ab, daß die Steinkohlenöfen kleinere und engere, die Holzöfen größere und weitere Feuerungen erfordern. Bei einer bedeutenden Länge der Oefen und der Kisten geschieht das Eintragen des Brennmaterials auf beiden Seiten des Ofens, um die Hitze auf allen Punkten gleichmäßiger zu vertheilen.

Ein auf Flammenfeuer eingerichteter Cementirofen hat mit einem gewöhnlichen Glasofen die größte Aehnlichkeit, nur daß das Gewölbe flacher ist, und daß man ihn nicht rund, sondern viereckig einrichtet, weil die Gestalt der Eisenstäbe lange und eckige Kästen erfordert, folglich bei einer runden Construction des Ofens zu viele Räume unbenutzt bleiben würden. Der Ofen besteht also aus einem Herde oder aus einer Sohle, welche durch den, nach der Richtung der Länge des Herdes und des Ofens gehenden Rost in zwei Hälften getheilt wird. Die Breite des Rostes und die Tiefe desselben unter der Horizontalfläche der Herdsohle richten sich nach dem anzuwendenden Brennmateriale und nach der Größe des Ofens, also nach der Breite der Kästen.

Auf beiden Seiten der Feuergasse oder des Rostes steht ein Kasten, so daß ein Cementirofen gewöhnlich mit zwei Kästen besetzt ist. Wenn die Feuerung mit Holz geschieht, so muß der Rost breit sein, um mehr Brennmaterial fassen zu können. Dadurch entsteht ein sehr weiter Raum zwischen den beiden Kästen, den Rinman dadurch benutzte, daß er noch einen dritten Kasten auf durchbrochenen, gewölbten Bögen über der Feuergasse oder auf einer sogenannten Gurtmauerung aufstellte, und die Oefen zu drei Kästen einrichtete. Diese Einrichtung ist zweckmäßig und vortheilhaft, wenn die Feuerung mit Holz geschieht, folglich eine breite Feuergasse erforderlich ist. Bei der Steinkohlenfeuerung bedarf es aber keines so breiten Rostes,

weßhalb der Ofen enger zusammengezogen werden kann, so daß ein engerer und niedrigerer Ofen mit zwei Kästen vortheilhafter ist, als ein zur Aufnahme eines dritten Kastens absichtlich breiter gemachter und im Verhältniß seiner größern Breite, auch höherer Ofen. Außerdem hat die Aufstellung des dritten Kastens über dem Roste manche Schwierigkeit und erschwert in jedem Falle die gleichförmige Circulation der Flamme im Ofen.

Bei einem zu drei Kästen eingerichteten Ofen würde der dritte, über die Feuergasse auf durchbrochenen gewölbten Bögen ruhende Kasten weit stärker, als die andern beiden, auf dem Herde des Ofens neben der Feuergasse stehenden Kästen, erhitzt werden und bei einem zu zwei Kästen eingerichteten Ofen würde ein großer Theil der Hitze unbenutzt verloren gehen, wenn sich die Flamme von dem Roste oder aus der Feuergasse unmittelbar nach der Kuppel oder nach dem Gewölbe des Ofens verbreitete. Deßhalb wird die vorhin erwähnte Einrichtung getroffen, die Kästen nicht unmittelbar auf der Herdsohle des Ofens, sondern auf Unterlagen ruhen zu lassen, so daß sich die Flamme überall zwischen der Sohle des Ofens und dem Boden des Kastens verbreiten und die Kästen umspielen kann.

Das Gewölbe oder die Haube (Kuppel) des Ofens muß möglichst flach, aus feuerfestem Thone, oder aus feuerbeständigen Thonziegeln angefertigt und mit gleichmäßig vertheilten Oeffnungen zum Ausströmen der Flamme versehen sein, welche nach Erfordern mehr oder weniger geöffnet werden können. Nur den kleineren Oefen, welche mit Steinkohlen geheitzt werden, genügt eine einzige Ausströmöffnung für Rauch und Flamme in der Mitte des Gewölbes. Weil indeß die Festigkeit des Gewölbes durch mehrere in demselben anzubringende Oeffnungen leidet, so trifft man bei den neueren Oefen die zweckmäßige Einrichtung, nur eine einzige Oeffnung in der Mitte des Gewölbes anzubringen, aber zur gleichförmigen Verbreitung der Flammen in allen Theilen des Ofens über den

Rost einen durchbrochenen Bogen zu spannen, durch welchen der vom Roste aufsteigende Flammenstrom auf dieselbe Weise nach beiden Seiten abgelenkt wird, als wenn ein dritter Kasten über dem Roste vorhanden wäre.

Die Cementiröfen werden, wie in Schweden und Rußland, mit Holz oder Holzkohlen, in England, Deutschland und Frankreich mit Steinkohlen gefeuert und bei der Theuerung des übrigen Brennmaterials ist das mineralische auch das einzige, welches dazu verwendet werden kann, um den Cementstahl preißwürdig darzustellen. Braunkohlen und Torf werden sich jedenfalls auch dazu verwenden lassen. Die mit Holz gefeuerten haben gewöhnlich 3 Kästen neben einander, die mit Steinkohlen gefeuerten nur 2. Die hierneben dargestellten Figuren stellen einen gewöhnlichen Cementirofen dar. Fig. 16 ist eine Ansicht von der Feuerseite, Fig. 17 ein senkrechter Querdurchschnitt und Fig. 18 ein Grundriß oder ein horizontaler Durchschnitt.

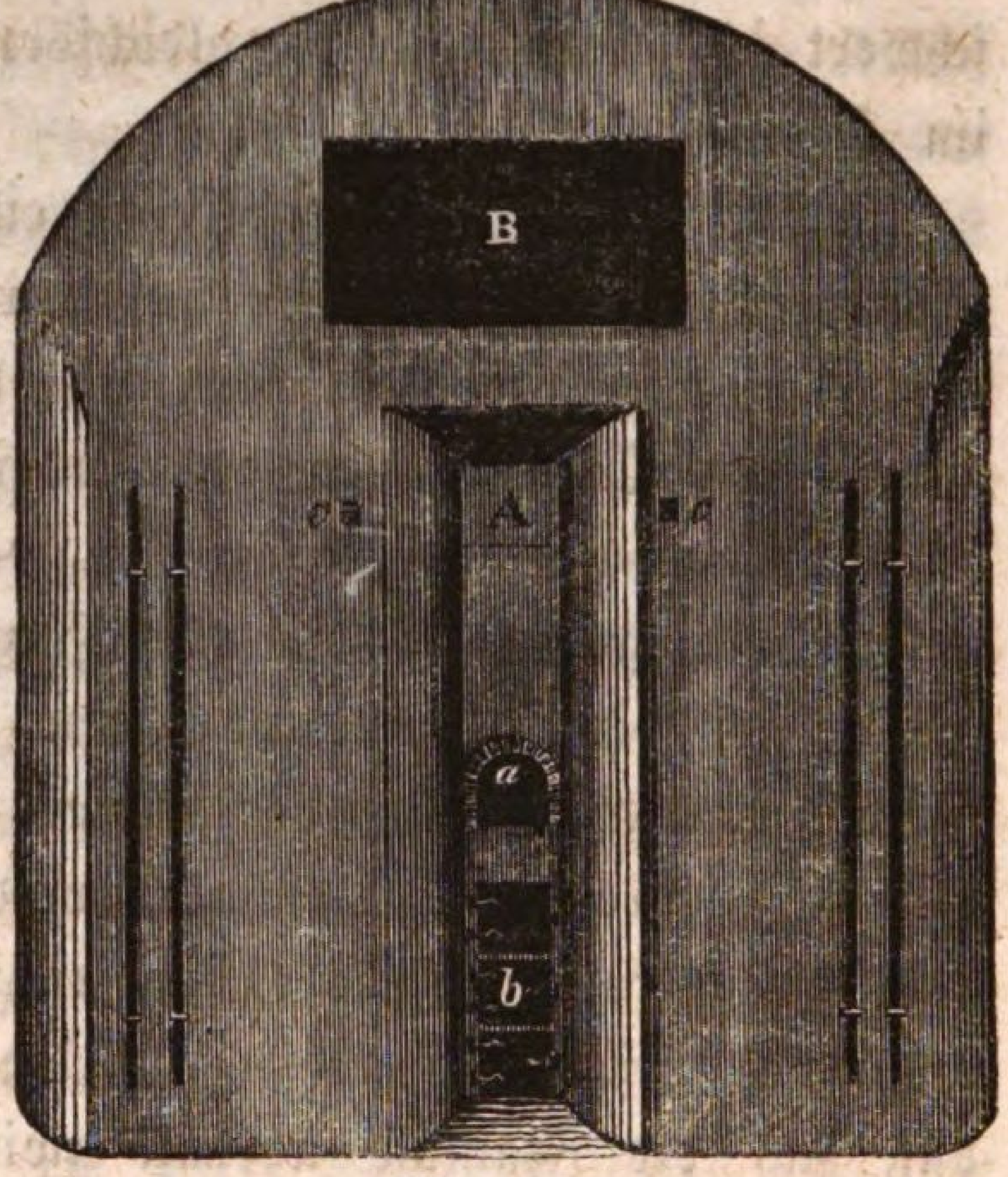


Fig. 16.

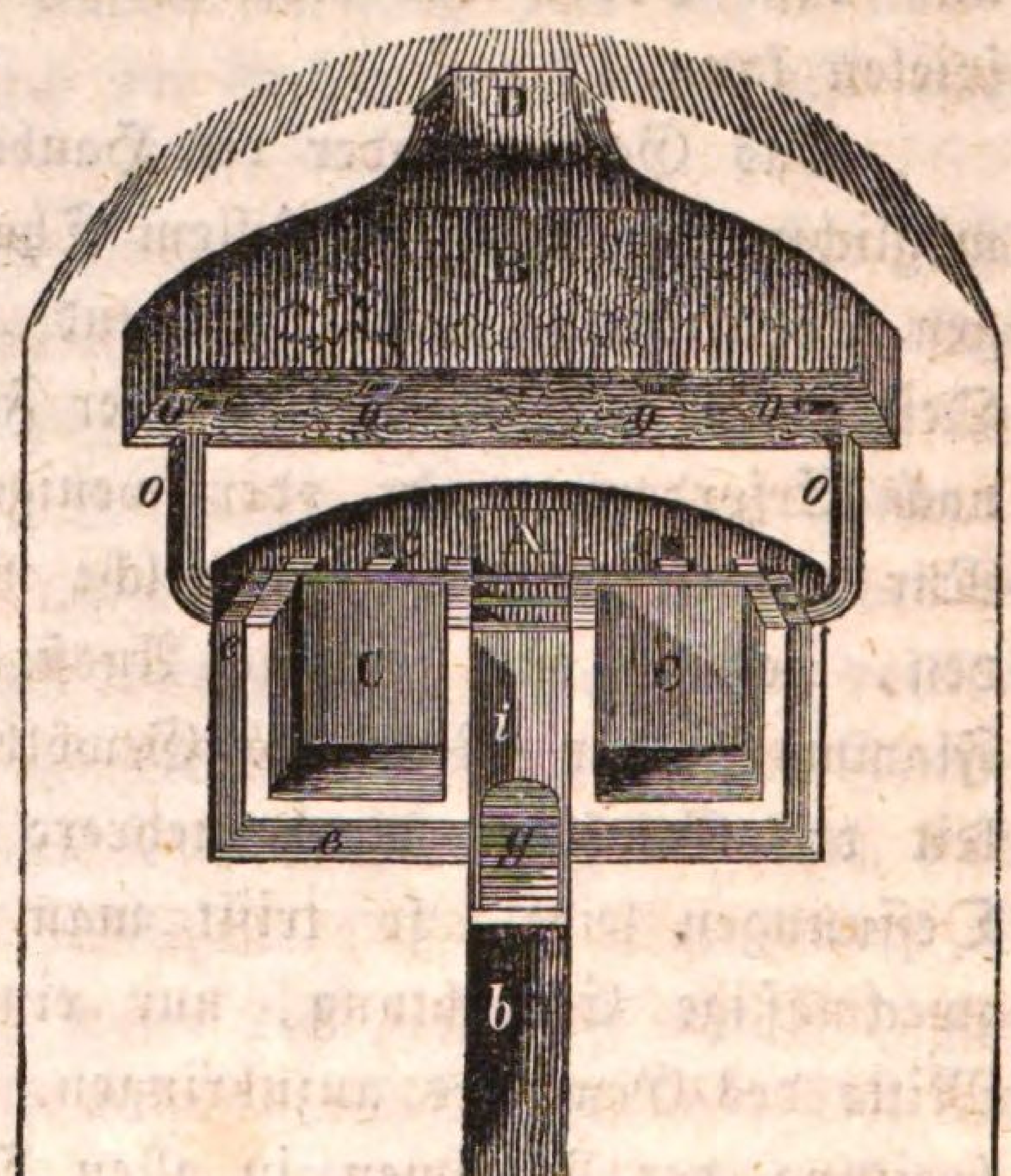


Fig. 17.

Das Brennmaterial wird durch die Thür a auf den Rost g geworfen. Die

Flamme umspielt von allen Seiten die Kästen, entweicht durch

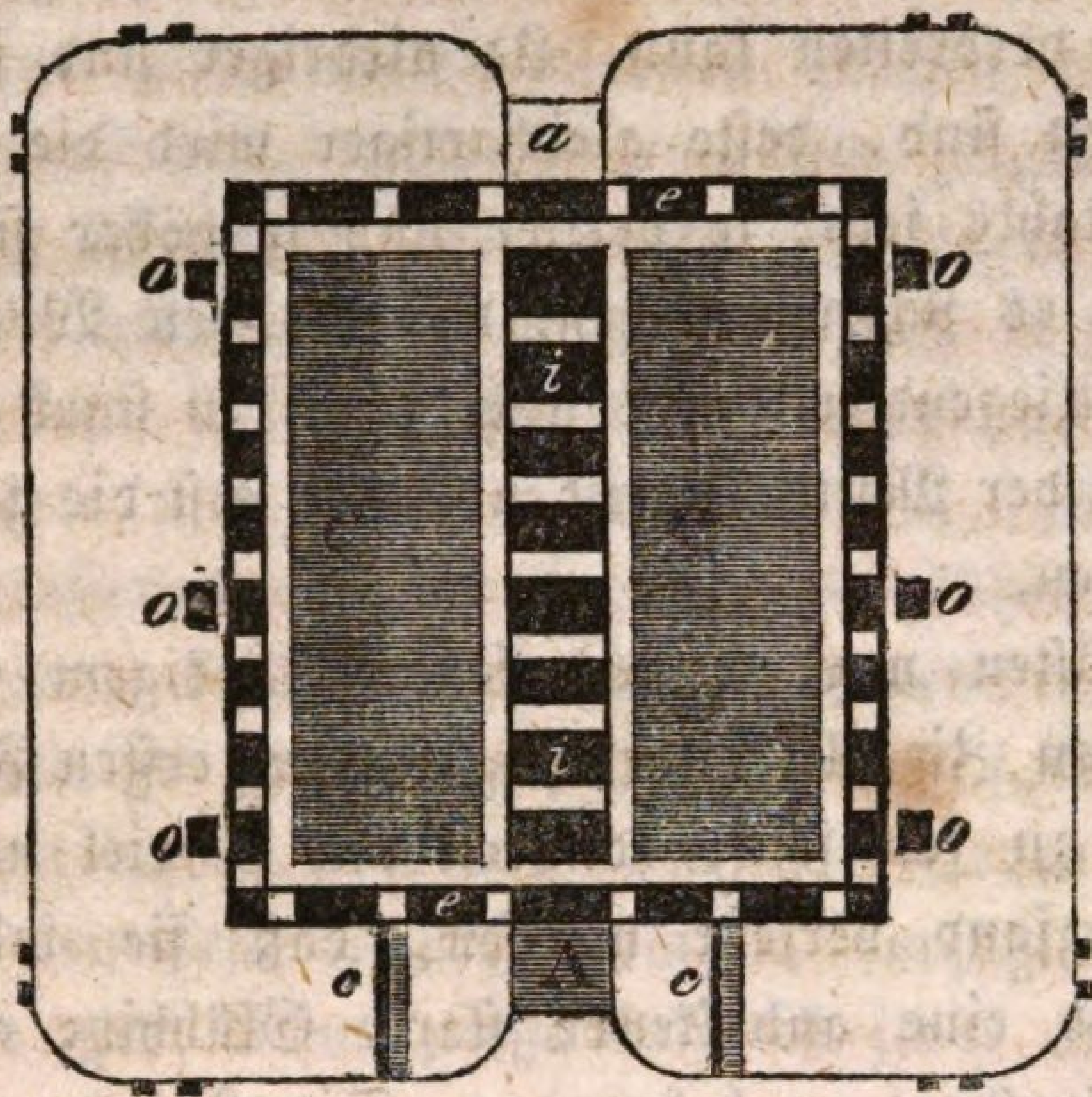


Fig. 18.

die Oeffnungen o und schlägt alsdann zur Esse D hinaus. Die Thüren b′ führen zum Aschenfall b; durch die Oeffnung A kann man zu den Kasten gelangen, um sie zu füllen und auszuleeren, und durch die Oeffnungen CC kann man Stangen, welchen man für diesen Zweck die passende Länge gegeben hat, aus dem Kasten herausnehmen, um den Gang und die Beendigung der Operation zu beurtheilen.

In einer von den beiden kürzeren Seitenwänden des Ofens befindet sich eine Oeffnung, durch welche man in den Ofen gelangen kann, um das Eisen in die Kästen zu legen und den fertigen Brennstahl wieder herauszunehmen. Diese Oeffnung wird beim Betriebe des Ofens zugemauert. Die Eisen- und Stahlstäbe werden durch eine, unmittelbar über den Kästen, in der Mauer des Ofens befindliche Oeffnung, welche beim Brande ebenfalls verschlossen ist, in den Ofen hinein- und aus demselben wieder herausgeschoben.

Die Cementirkästen sind 8 bis 10, auch wohl 15 Fuß lang, 26 bis 36 Zoll breit und 28 bis 36 Zoll hoch. Eine zu große Breite ist nachtheilig, weil die in der Mitte des Kastens liegenden Stäbe nicht hinlänglich erhitzt werden würden.

Eine größere Höhe theilt man den Kästen nicht gern zu, weil sich die Flamme bei höheren Kästen nicht so gleichförmig als bei flacheren verbreiten kann. Je niedriger und je schmaler die Cementirkästen sind, desto gleichartiger wird die Beschaffenheit des Cementstahls sein; je breiter und je höher sie sind, desto weniger läßt es sich vermeiden, daß die den Wänden des Kastens zunächstliegenden Stäbe nicht schon zu stark gebrannt sind, wenn die in der Mitte liegenden Stäbe erst die gehörige Gaare erhalten haben.

Die Kästen werden aus feuerbeständigem Thone, oder aus feuerfesten Ziegeln angefertigt. Im ersten Falle muß die Masse nicht zu fett sein, sondern mit so viel unschmelzbarem reinen Quarzsand versetzt werden, daß sie möglichst wenig schwindet und eine anhaltende starke Glühhitze aushält, ohne Risse und Sprünge zu bekommen. Die Wände werden einige Zoll dick gemacht und müssen zuerst sehr vorsichtig abgetrocknet, nämlich zuerst vollkommen lufttrocken sein und dann mit aller Vorsicht abgewärmt werden, worauf man sie wieder erkalten läßt, um nachzusehen, ob sie Risse und Sprünge erhalten haben, welche dann sehr sorgfältig auszubessern sind. Ueberhaupt muß die Beschaffenheit der Kästen vor jedem Brande untersucht werden, weil der kleinste Riß große Nachtheile hervorbringen kann.

Am Bequemsten ist es, die Kästen aus guten, feuerfesten Thonziegeln zusammenzusetzen, die Ziegel so lang und hoch als möglich zu machen und sie mit möglichst feinen Fugen zu verbinden. Man gibt den Ziegelplatten alsdann übereinandergreifende Falze, um den Zutritt der Luft möglichst abzuhalten und die Ziegel genau miteinander zu verbinden.

Zuweilen setzt man die beiden kurzen Seitenwände der Kästen mit den Seitenmauern des Ofens unmittelbar in Verbindung, so daß die Kästen nur aus drei Wänden, nämlich aus dem Boden und aus den beiden langen Seitenwänden, bestehen. Oft gibt man den Kästen aber auch besondere kurze Seitenwände und setzt sie aus fünf Flächen, nämlich aus dem

Boden, aus den beiden langen und den beiden schmalen Seitenwänden, zusammen.

Kästen aus geschmiedeten eisernen Blechen oder gegossene eiserne Kästen würden, wenn sie auch sehr sorgfältig mit feuerfestem Thone überzogen oder beschlagen wären, nicht aushalten, sondern bald verbrennen und sich auch zu schnell krumm ziehen. Nur kleine Eisenarbeiten, denen man durch Cementiren mit Kohle Härte und Politur ertheilen will, pflegt man in kleinen, verschlossenen eisernen Gefäßen zu glühen.

In England bedient man sich zuweilen recht feuerfester Sandsteinplatten zu den Kästen, welche durch feuerfesten Thon miteinander verbunden werden. Zu den Böden der Kästen würden solche feuerfeste Sandsteinplatten vorzüglich anwendbar sein. — Eine gute Schmelztiegelmasse ist jeder andern vorzuziehen.

Von der Beschaffenheit der Masse hängt es ab, wie viel Brände die Kästen aushalten können. Die schon gebrauchte Cementirkastenmasse wird mit dem größten Nutzen zur Versetzung mit frischem Thone angewendet, wenn neue Cementirkästen gemacht werden müssen.

Wir reden hier noch etwas näher von den in Yorkshire angewendeten Oefen.

Die älteren Oefen, in denen man in einer Operation weniger als 5000 Kilogr. (95 Ctr.) Eisen behandelte, sind nach und nach vergrößert und neuerlich hat man welche erbaut, die bis 40,000 Kilogr. (760 Ctr.) aufnehmen können. Jedoch scheint es ebenfalls, daß die letzteren die zweckmäßige Grenze für den Haushalt und besonders für die Bequemlichkeit beim Betriebe überschritten hätten. Viele Oefen können nur 200 bis 240 Centner aufnehmen und die, welche man vorzugsweise erbaut, selbst die der Hütten, die fortwährend zu thun haben, enthalten nur 280 bis 380 Centner.

Alle Oefen bestehen entweder aus feuerfesten Ziegelsteinen oder aus sorgfältig ausgehauenem quarzigen Sandsteine. Die beiderseitigen Mineralien finden sich häufig in den Schichten

der Steinkohlenformation, welche den Boden dieses Theils von Yorkshire bildet. Die senkrechten Sandsteinwände sind gewöhnlich 6 Zoll dick; die aus Ziegelsteinen bestehen aus zwei auf die hohe Kante gestellten Schichten, deren ganze Dicke nur 4½ Zoll beträgt. Der Boden der Kästen hat gewöhnlich höchstens nur die Hälfte der Stärke der Seitenwände und besteht bei den Ziegelsteinkästen aus drei Schichten von Steinen, die flach übereinander liegen. Die Verbindung der verschiedenen Steine ist durch eine dünne Schicht feuerfesten Thon bewirkt.

Vergleicht man die Oefen sehr verschiedener Dimensionen miteinander, so kann man die Bemerkung machen, daß diese Dimensionen mittelst eines einfachen Gesetzes aus der Menge des bei jeder Operation verarbeiteten Eisens abgeleitet werden können.

Erfahrene Arbeiter können, ohne Nachtheil für den Erfolg der Operation, das Volum des in jedem Kasten eingeladenen Eisens bis auf $^{36}/_{100}$ von dem ganzen Volum von jenem bringen.

Die längste Dimension des innern Raumes der Kästen, welche wir die Länge nennen, ist stets horizontal, und ihr Cubus ist in demselben Verhältnisse als das Gewicht des Einsatzes oder das Volum des Kastens verschieden. Bei Oefen, deren Einsatz sich auf 210 Centner beläuft, beträgt diese Länge 9 Fuß 2 Zoll und bei den in den Fig. 16—18 dargestellten Oefen für eine Ladung von 350 Centnern 11 Fuß. Jedoch weicht man etwas von dem aufzustellenden Zahlengesetze ab, wenn es besonders zweckmäßig erscheint, den zu cementirenden Stäben eine bestimmte Länge zu geben.

Die Dicke (d. h. die geringere Dimension des innern leeren Raumes) ist bald vertical, bald horizontal. Diese Dimension ist am wenigsten verschieden und bleibt gewöhnlich in den Grenzen von 28 bis 36 Zoll. Bei den Oefen, deren Einsatz 460 Centner nicht übersteigt, wechselt diese Dimension noch merklich, wie die Cubikwurzel des Einsatzes; über diese Grenze hinaus nimmt sie in einem etwas geringern Verhältnisse zu.

Kurz, die Vergleichung sehr vieler Cementiröfen hat zu den folgenden empirischen Formen geführt, mit deren Hülfe man sehr annähernd die Dimensionen der Kästen für Oefen bestimmen könnte, deren Einsatz zwischen 200 und 460 Centnern schwankt. Py bezeichnet den ganzen Einsatz in Kilogrammen; v, l, e bezeichnen resp. das innere Volum, die Länge und die Dicke der Kästen.

$$v = 0{,}000178 \text{ Cubikmet. } P$$

$$l = 0{,}31 \text{ Met. } \sqrt[3]{P}$$

$$e = 0{,}032 \text{ Met. } \sqrt[3]{P}$$

Für einen bestimmten Ofen sind die direkt beobachteten Dimensionen:

v = 3,138 Cubikmet.
l = 11 F. 2 Z. oder 3,41 Met.
e = 2 F. 10 Z. oder 0,86 Met.

Für einen Ofen, der nur eine Ladung von 10000 Kil. aufnimmt, hat die Beobachtung die folgenden Zahlen gegeben:

v = 1,764 Cubikmet.
l = 9 Fuß 3 Zoll = 2,80 Met.
e = 2 Fuß 3½ Zoll = 0,70 Met.

Die sechs rechteckigen Flächen eines jeden Kastens sind, wie schon bemerkt, der Einwirkung der Flamme ausgesetzt, ausgenommen an den Stützpunkten, deren nothwendig fünf sein müssen, damit die Kästen gehörig feststehen. Der Boden ruht auf massiven, gemauerten Trägern von quadratischem Querschnitte, die zwischen sich leere Räume von gleicher Form der ganzen Länge der Kästen nach lassen.

Bei dem erwähnten Ofen, dessen Kästen aus quarzigem Sandsteine bestehen, sind die massiven Träger und die dazwischen liegenden Canäle 9 Zoll breit und hoch. Die senkrechten Wände der Kästen werden durch 16 kleine Scheidewände von 4½ Zoll Dicke gehalten, welche die ganze Höhe der Kästen zwischen denselben und der Umfangsmauer des Ofens einnehmen. Sieben andere Scheiden sind zwischen den beiden Kästen

über dem Herde angebracht, und zuweilen geht die mittlere, stärkere Wand bis unter den Rost hinab und theilt den Herd in zwei Theile.

Bei den aus Ziegelsteinen erbauten Oefen haben die massiven Scheider und die unter den Kästen befindlichen Canäle gewöhnlich eine Ziegelsteinbreite von $4\frac{1}{2}$ Zoll, und die Träger bestehen aus auf der hohen Kante stehenden und in das Mauerwerk eingelassenen Ziegelsteinen, sie sind rautenförmig angebracht und in einer und derselben horizontalen Linie durch zwei Ziegelsteinlängen von 18 Zoll getrennt.

Beide Kästen stehen in gleicher Ebene und symmetrisch in Beziehung auf den sie trennenden Herd. Dieser ist stets so lang als die Kästen, und seine Breite c, oder der Raum zwischen beiden ist mit dem Gewichte P der Ladung verschieden, fast nach dem in der Formel:

$$c = 0{,}0176 \text{ Met. } \sqrt[3]{P}$$

ausgedrückten Gesetze.

Diese Formel giebt nur für solche Oefen ein genaues Resultat, deren Einsatz zwischen 13,000 und 24,000 Kilogr. besteht. Der Coefficient vermindert sich für größere Oefen und nimmt bei kleinern zu, besonders wenn in der Mitte des Raumes zwischen den beiden Kästen eine massive Mauer existirt, welche den Herd in zwei Theile theilt. Für den erwähnten Ofen führen die Formel und die Beobachtung auf eine Breite des Herdes von 18 Zoll. Die fünf schmiedeeisernen Roststäbe haben etwa einen Querschnitt von $1\frac{1}{4}$ Zoll; sie werden von fünf gußeisernen Querbalken getragen und darunter liegt der Aschenfall, welcher eben so breit als der Herd und etwa 2 Fuß 5 Zoll hoch ist.

Die obere Fläche der Stäbe beträgt 15 Zoll von unten herauf des untern Theils, der unter den Kästen gebliebenen Canäle. Nach der Achse des Herdes sind in den beiden entgegengesetzten Wänden des Ofens zwei, 18 Zoll breite und 12 Zoll hohe Oeffnungen angebracht, deren Schwelle 12 Zoll über den Stäben liegt. Sie dienen zum Einschüren der Stein-

kohlen auf den Rost und sind während des Betriebes mit gußeisernen Thüren verschlossen.

Das die Kästen und den Herd umgebende Mauerwerk, innerhalb dessen das Brennmaterial seine Hitzkraft entwickelt, besteht aus vier senkrechten Mauern, die von einem flachen Gewölbe bedeckt, gegen welches an den schmalen Seiten des Ofens bogenförmige Walme gewölbt sind. Form und Dimensionen dieses Mantels hängen genau mit denen der Kästen und des Herdes zusammen. Die senkrechten Wände stehen 6 Zoll von den äußern Flächen der Kästen ab; das Gewölbe fängt dicht über den Kästen an und es ist 2 Fuß 10 Zoll bis 3 Fuß 4 Zoll hoch. Bei dem auf Tafel II. dargestellten Ofen beträgt seine Höhe 3 Fuß. Diese Höhe ist erforderlich, damit die Arbeiter das Eisen, ohne zu große Unbequemlichkeit, in die Kästen einlegen können.

Der innere Raum des Ofens ist daher rechteckig und hat folgende Dimensionen:

Die dem Herde parallele Seite 13 Fuß 2 Zoll,
Die auf dem Herde senkrechtstehende Seite 11 F. 6 Z.

Am Anfange des Gewölbes sind sechs Oeffnungen angebracht, von denen je drei, an den entgegengesetzten Seiten des Ofens, einander nahe liegen. Die beiden größern liegen in der Achse des Ofens selbst und über den Heitzthüren, und durch sie begeben sich die Arbeiter in den Ofen; vier kleinere Oeffnungen, die symmetrisch an den kurzen Seiten der Kästen angebracht worden sind, dienen zum Einbringen der Eisenstäbe in die Kästen und zum Herausnehmen der Stahlstäbe aus denselben. Alle diese Oeffnungen sind während des Betriebes mit Ziegelsteinen und Lehm luftdicht verschlossen.

Außerdem sind auf beiden Seiten des Ofens, etwa in der Mitte der Höhe der Kästen, zwei kleinere quadratische Oeffnungen von wenigstens 4½ Zoll Breite und Höhe angebracht. Es sind die Enden kleiner Canäle, mittelst deren der Arbeiter aus dem Innern der Kästen, während des Betriebes selbst und zu verschiedenen Zeiten desselben, Probestäbe

herausnehmen kann, die zu diesem Zwecke beim Laden der Kästen mit eingelegt worden sind. Durch diese Proben ist man im Stande, die Fortschritte der Cementation zu beurtheilen und den Augenblick zu erkennen, wann die Operation vollendet ist.

Nachdem die Flamme ringsum die Kästen circulirt hat, entweicht sie durch acht Zugöffnungen, die zu zweien an jeder der vier senkrechten Wände des Ofens angebracht sind. Diese die Flamme gleichförmig vertheilenden Oeffnungen sind in gleicher Ebene mit der obern Fläche der Kästen und am Anfange des Gewölbes angebracht; sie sind quadratisch, 6 Zoll weit und stehen durch Canäle mit gleichem Querschnitte mit 6 senkrechten Essen in Verbindung, die 8 Zoll im Quadrat weit sind und kaum einige Zoll über das Gewölbe hervortreten.

Ein großer Thurm, der ein festes Fundament hat und aus gewöhnlichen Ziegelsteinen aufgeführt ist, nimmt die aus den kleinen Essen strömenden Gase auf und führt sie ab. Er hat eine fast kegelförmige Gestalt und einen kreisrunden Querschnitt; seine in verschiedenen Hütten sehr verschiedenen Hauptdimensionen sind in guten Verhältnissen die folgenden:

Aeußerer Durchmesser an der Hüttensohle 36 Fuß 6 Zoll.
Stärke des Mauerwerks daselbst 1 Fuß 9 Zoll.
Innerer Durchmesser des cylindrischen Aufsatzes 1 F. 8½ Z.
Stärke des Mauerwerks von demselben 4½ Zoll.
Erhebung des kegelförmigen Theils über den Aschenfall 36 Fuß 3 Zoll.
Höhe des cylindrischen Aufsatzes 4 Fuß.
Ganze Höhe des Thurmes 40 Fuß 3 Zoll.

Der Durchmesser des Thurms an der Hüttensohle wird immer dadurch bedingt, daß der Ofen und seine Essen gut darunter stehen können. Der Raum zwischen den letztern und dem Thurme ist bis zum Anfange des Gewölbes mit dem gemeinschaftlichen Gemäuer ausgefüllt. Zwei einander gegenüberliegende Oeffnungen oder Gewölbe sind in dem Thurme in der Achse des Herdes vorhanden, so daß man zu dem Ofen gelangen kann. Sie sind 6 Fuß weit, beginnen am Boden

des Aschenfalls und erheben sich 5 Fuß über die Hüttensohle, so daß sie im Ganzen 11 Fuß hoch sind.

Die Cementiröfen liegen entweder von einander getrennt oder zu zwei bis fünf vereinigt. Gewöhnlich enthält eine Cementirhütte zwei Oefen.

Beide Oefen sind in einem länglich viereckigen Gebäude vereinigt, welches 104 Fuß lang und $33\frac{1}{2}$ Fuß breit ist. Von der Feuerthüre und nach der Länge des Gebäudes sind Gruben von gleicher Breite wie die Gewölbe des Thurms angebracht, die 4 Fuß von dem letztern in die Hütte hineintreten. Zwischen den Umfangsmauern des Gebäudes und denen des Thurms, sowie zwischen jenen und den Enden der äußeren Gruben, bleibt ein Zwischenraum von 4 Fuß. Die beiden in der Mitte des Gebäudes liegenden Gruben sind 30 Fuß von einander entfernt.

Es ist nöthig, die Balken des Dachstuhls ziemlich hoch über die Sohle zu legen, etwa $15\frac{1}{2}$ Fuß, damit die Arbeiter auch in dieser Richtung den nöthigen Platz haben und die Eisen- und Stahlstäbe an den Mauern aufstellen können. Eine 9 Fuß breite Thür gestattet den Wagen bis mitten in die Hütte zu fahren und die Transportkosten für das Material und das Produkt so viel als möglich zu vermindern. Aus diesem Grunde und um Eisen und Stahl magaziniren, wägen, die Eisenstäbe in die gehörige Länge zerschneiden und um das für jeden Betrieb erforderliche Steinkohlenquantum aufstürzen und endlich, um alle die in dem Nachstehenden beschriebenen Manipulationen bequem ausführen zu können, hat man den bedeutenden Raum zwischen beiden Oefen gelassen.

Nach einem ganz andern Principe eingerichtete Oefen, welche von den hier beschriebenen eigentlichen Yorkshirer abweichen, finden sich ausnahmsweise in dieser Provinz, sowie auch bei Liverpool und Bristol.

Kästen, Herd, Canäle und äußere Mauern bis zu dem Gewölbe sind auf dieselbe Weise eingerichtet, wie die der beschriebenen Oefen; die Verschiedenheit besteht besonders darin,

daß das Gewölbe oder die Kappe über dem Ofen beweglich ist und der Zug durch eine Esse hervorgebracht wird.

Das Gewölbe ist, wie das der beschriebenen Oefen, kreuzförmig, jedoch weit flacher als diese, seine Höhe beträgt nur 15 bis 21 Zoll. Die Ziegelsteine, welche das Gewölbe bilden, liegen auf einem länglich viereckigen, gußeisernen Rahmen und dieser ruht auf vier kleinen Rädern, so daß die Kappe auf eisernen Schienen von dem Ofen leicht weggehoben werden kann, wenn man die Kästen laden oder entleeren will. Ist die Kappe wieder in ihre gehörige Stellung gebracht, so wird der Zwischenraum zwischen dem Rahmen und den oberen Rändern der Ofenmauern mit Lehm verstrichen.

Die Esse hat stets eine von den Oefen unabhängige Basis und es sind zu beiden Seiten derselben zwei Oefen symmetrisch angebracht. Die Gase der Verbrennung entweichen stets durch eine Oeffnung, die in der Mitte der beweglichen Kappe angebracht ist und die mit der Esse durch einen an dem Gebälke mittelst eisernen Stangen aufgehängten horizontalen Fuchs in Verbindung steht. Man sieht ein, daß bei dieser Einrichtung Flamme und Rauch die Tendenz haben, unmittelbar aus dem Herde in den Fuchs zu strömen, ohne den Umfang der Kästen zu erhitzen. Jedoch wird dieß verhindert und die Dauer der Einwirkung der Flamme auf die Kästen verlängert, indem man durch einen horizontalen Scheider, der in der Höhe des obern Randes der Kästen angebracht worden ist, den Zwischenraum zwischen diesen und über dem Herde gänzlich verschließt. Die Flamme muß daher in einem 6 Zoll breiten Raume zwischen den Kästen und den Umfassungsmauern des Ofens circuliren; außerdem hält man auch das Ausströmen der Flamme dadurch auf, daß man die Breite der Canäle in der Ebene des obern Randes der Kästen bis auf 1$^1/_2$ Zoll verengt. Die Esse veranlaßt stets in dem Ofen, ausgenommen, wenn man ihn erst in Betrieb setzt, einen zu starken Zug, den man nicht wie bei den Yorkshirer Oefen durch den Rost regulirt, sondern indem man auf dem horizontalen

Fuchse eine Oeffnung aufmacht und eine um so größere Luftmenge zuläßt, je mehr man die Lebhaftigkeit der Verbrennung beschränken will.

Es scheint diese Einrichtung eine sehr zweckmäßige zu sein; das Einsetzen des Eisens und das Herausnehmen des Stahls ist bequem, die Regierung des Feuers leicht, und obgleich sie viele gußeiserne und eiserne Armaturen erfordert, die bei dem andern Systeme wegbleiben können, so sind die Anlagekosten doch nicht viel bedeutender. Der Brennmaterialverbrauch ist bei aufmerksamem Schüren und bei aufmerksamer Regulirung des Feuers etwas geringer. Kurz, es scheinen diese Oefen vor den Yorkshirer in allen den Hütten den Vorzug zu verdienen, wo die Löhne gering sind und wo man nur wenig Eisen auf einmal cementirt.

Bei dem zur Brennstahlbereitung anzuwendenden Stabeisen ist nicht allein die innere Beschaffenheit desselben, sondern auch die äußere Gestalt zu berücksichtigen.

Das harte, körnige, aber dabei feste und vollkommen zähe, dehnbare Eisen ist dem weichen und zähen Eisen vorzuziehen, weil es mehr zum Stahlwerden geneigt ist. Ebenso ist das aus manganhaltigen Erzen, oder aus sogenannten Stahlerzen erzeugte Stabeisen zum Stahlcementiren ganz vorzüglich anwendbar. Die Gründe sind bereits früher entwickelt. Auf der Oberfläche verrostetes Eisen muß zum Cementiren nicht genommen werden.

Alles Eisen, welches schon durch Risse, Schiefern und Brüche seine unganze oder fehlerhafte Beschaffenheit äußerlich zu erkennen giebt, ist durchaus zu vermeiden, weil die Brüchigkeit des Eisens durch die Umwandlung in Stahl noch vergrößert wird und einen spröden, unbrauchbaren Stahl erwarten läßt. — Langrisse deuten zwar auf zähes, aber auf weiches, sehniges Eisen, welches zur Stahlbereitung wenig geeignet ist.

Die Breite der Eisenstäbe ist ziemlich gleichgültig, gewöhnlich beträgt sie $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll. Die Dicke der Stäbe sollte

aber niemals über $^1/_2$ Zoll betragen. Nur wenn man ganz gewöhnlichen groben und harten Stahl erzeugen, oder wenn man den Cementstahl bloß als Material zum Gußstahl anwenden will, können die Stäbe bis $^3/_4$ Zoll stark sein. Dann erfordern sie aber auch eine länger anhaltende und stärkere Hitze, um ganz durchgebrannt zu werden, wobei der innere Kern zwar einen guten, die äußeren Flächen aber einen sehr harten und spröden Stahl geben, welcher öfter raffinirt werden muß, um einen gleichartigen Stahl zu erhalten. Dünnere Stäbe können bei einem einmaligen Raffiniren oft besseren Stahl geben, als dickere Stäbe von demselben Eisen bei einem zweimaligen Raffiniren, weßhalb bei der Anwendung dünnerer Stäbe bedeutend an Kosten erspart und wegen des Abgangs beim jedesmaligen Raffiniren mehr Stahl ausgebracht wird.

Die Länge der Stäbe richtet sich nach der Länge der Cementirkästen. Weil sich der Stahl in der Glühhitze etwa um $^1/_{120}$ seiner Länge ausdehnt, so muß auf diese Ausdehnung Rücksicht genommen werden, damit die Stäbe die Kästen nicht zersprengen. Wären die Kästen z. B. 10 Fuß lang, so dürfen die Stäbe nur höchstens 9 Fuß 11 Zoll lang angewendet werden. Man nimmt sie aber gewöhnlich einige Zoll kürzer, damit sie nirgends die Wände der Kästen berühren. Wollte man sie noch kürzer anwenden, so würde ein Theil des Raums in den Kästen unnöthig verloren gehen.

Das Cementirpulver, mit welchem das Stabeisen in den Kästen geschichtet wird, muß durchaus Kohle sein oder enthalten. Zu einer Zeit, als die Theorie die Ursache der Verschiedenheit des Stahls von Stabeisen noch nicht ins Licht gestellt hatte, waren Réaumur, und später auch Rinman, bemüht, den Einfluß mehrerer Substanzen auf das Eisen auszumitteln und durch Versuche ein Cementirpulver aufzufinden, welches das Stahlwerden des Eisens am schnellsten und vollkommensten befördern. Da sie bei ihren Versuchen von keiner richtigen Theorie geleitet werden konnten, so wendeten sie zum Theil auch Substanzen an, durch welche sie den Zweck ver-

fehlten und das Stabeisen, statt demselben eine größere Härte mitzutheilen, zuweilen noch weicher machten. Aus seinen vielen und abgeänderten, sehr mühsamen Versuchen gelangte Réaumur endlich zu dem Resultate, daß ein Gemenge aus zwei Theilen Ruß, 1 Kohlenstaub, 1 Asche und $^1/_2$ bis $^3/_4$ Kochsalz das beste Cementirpulver sei, und daß nächstdem der Graphit mit dem besten Erfolge angewendet werden könne. Daß überhaupt alle Körper, in denen Kohle befindlich war, also auch Bohrspähne von Roheisen, das Stabeisen in Stahl zu verwandeln vermögten, zeigten ihm seine Versuche ebenfalls, indem man schon früher aus Erfahrung wußte, daß der reinste Eisendraht zu Stahl ward, wenn man ihn in flüssiges Roheisen tauchte und etwas abschmelzen ließ.

Obgleich der Zusatz von Kochsalz zum Cementirpulver zur Umänderung des Stabeisens in Stahl nichts beitragen kann, so hat sich Réaumur's Angabe doch durch spätere Erfahrungen als richtig erwiesen. Ein Zusatz von 2—3 Procenten Kochsalz zum Cementirpulver gewährt wirklich einen Nutzen, welcher darin zu bestehen scheint, daß die Oxydhaut, mit welcher die Eisenstäbe mehr oder weniger bedeckt sind, durch das Kochsalz weggebeizt wird. Aus demselben Grunde scheint Salmiak noch wirksamer zu sein als Kochsalz. Rinman hält sich durch seine Erfahrungen zu dem Schlusse berechtigt, daß das Kochsalz zwar dem Eisen eine größere Härte mittheilt, aber einen spröden Stahl gibt, welches bei einem sehr großen Verhältnisse an Kochsalz in dem Cementirpulver auch sehr leicht denkbar ist.

Der Nutzen des Zusatzes von Asche zu dem Cementirpulver ist theoretisch nicht wohl einzusehen. Noch jetzt pflegt man dem Kohlenpulver den zehnten Theil Asche zuzusetzen und will aus Erfahrung wissen, daß der Stahl gleichartiger und härter wird, als ohne Zusatz von Asche. Vielleicht wirkt sie bloß mechanisch, um eine schleunige Einwirkung der Kohle auf das Eisen zu vermindern und eine gleichartigere Durchdringung

der vom Eisen schon aufgenommenen Kohle zu bewirken, ehe ein neuer Zuschuß von Kohle von Außen erfolgen kann.

Die Kohle muß im zerpülverten, aber nicht staubartigen Zustande angewendet werden, und wird daher zerstampft und durch ein grobes Sieb geworfen. Das schon einmal angewendete Pulver soll beim folgenden Brande nur zur Hälfte wieder genommen werden können, beim dritten Brande aber nicht mehr zu gebrauchen sein, und durch ganz neues ersetzt werden müssen. So lange die Gründe von solchen Vorschriften noch nicht eingesehen werden können, ist man genöthigt, der Erfahrung zu folgen, obgleich die Theorie keinen Aufschluß darüber giebt, warum die mehrere Male geglühete Kohle eine andere Wirkung, als die nur einmal geglühete Kohle hervorbringen soll.

Die Kohle von harten Hölzern (besonders von Birken und Wachholder) ist wirksamer, als die von weichen Hölzern. Gut ausgeglühter Ruß würde wegen seiner großen Reinheit, indem er als eine völlig reine Kohle zu betrachten ist, ganz vorzüglich zu empfehlen sein, wenn die Erfahrung zeigen sollte, daß durch die zu feine mechanische Zertheilung nicht der Nachtheil entsteht, daß er als ein zu schlechter Wärmeleiter die Erhitzung der in der Mitte der Kästen befindlichen Eisenstäbe zu sehr verhindert. Dieß stimmt auch mit Réaumur's Erfahrungen überein und widerlegt zugleich die Ansicht, daß die Kieselerde in der Kohle, durch Umwandlung in Silicium, sich besonders vortheilhaft beim Stahlcementiren verhalten möchte. Wenn die in der Holzkohlenasche in sehr geringer Menge befindliche Kieselerde wirklich als Silicium mit dem Eisen in Verbindung tritt, welches nicht geläugnet werden kann, so kann diese Verbindung gewiß keinen vortheilhaften Einfluß auf die Beschaffenheit des Stahls äußern, vielmehr würde derselbe dadurch verschlechtert werden. Vielleicht besteht der Nutzen des Zusatzes von Kochsalz zum Cementirpulver und der günstige Einfluß, den das Kochsalz auf die Beschaffenheit des Stahls

beim Cementiren äußert, auch noch darin, daß das Chlor die Verbindung des Siliciums mit Eisen verhindert.

Auch in den neuesten Zeiten hat man noch Zusätze von Borax, Alaun, Essig, Wein und ähnlichen Substanzen empfohlen, die, wenn sie nicht zum Theil nachtheilig auf das Eisen wirken, wenigstens füglich ganz weggelassen werden können. — Leder, Pferdehufe, blausaures Eisenkali sind ganz wirksame Dinge, die sich indeß bei einer Fabrikation im Großen nicht immer anwenden lassen. Dahin gehören auch die Zusätze von Braunstein und Salmiak.

Durch die Anwendung des ölbildenden Gases bei dem Processe des Stahlcementirens will man einen vorzüglich guten Cementstahl erhalten haben. Dieser Erfolg ist sehr wahrscheinlich, weil durch die Einwirkung des Gases nur ganz reine Kohle mit dem Eisen in Verbindung gebracht wird. Die durch Erfahrung vollständig bestätigte schnelle und erfolgreiche Umänderung des Eisens in Stahl durch thierische und durch einige vegetabilische unverkohlte Substanzen läßt sich sehr wohl durch die Wirkung des Kohlenoxydgases erklären, welches aus jenen Substanzen entwickelt werden mag.

Der, in der Regel nicht unbeträchtliche, Aschegehalt der Koaks, vorzüglich aber die Beschaffenheit der Steinkohlenasche (bei welcher Kiesel- und Thonerde die vorwaltenden Bestandtheile sind, statt daß die Holzkohlenasche nur höchst wenig Kieselerde enthält), sind es ohne Zweifel, wodurch die Koaks zur Anwendung beim Cementiren unbrauchbar werden, so daß man sich, in Ermangelung des Rußes, des Holzkohlenpulvers bedienen muß.

Bei dem Besetzen der Kästen wird zuerst eine 2 Zoll hohe Schicht Cementirpulver gleichförmig ausgebreitet und fest zusammengedrückt. Dann werden die Eisenstäbe auf der hohen Kante nebeneinander hingestellt, so daß zwischen der ersten Stange und den Wänden des Kastens ein Zwischenraum von $1/4$ bis $1/2$ Zoll bleibt. Je dünner die Eisenstäbe sind, desto geringer müssen diese mit Cementirpulver auszufüllenden Zwi-

schenräume eingerichtet werden. Zu weite Zwischenräume verzögern das Stahlwerden, ohne Zweifel, weil die Kohle ein schlechter Wärmeleiter ist und weil die Hitze in der Mitte der Kästen daher nicht groß genug werden kann, wenn die äußere Hitze nicht so sehr verstärkt wird, daß die zunächst an den Wänden der Kästen liegenden Stäbe darunter leiden. Bei dickeren Stäben wird die Hitze in den Kästen stärker, weßhalb auch die Zwischenräume größer sein können. Ueber der ersten Schicht wird wieder eine $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll starke Schicht von Cementirpulver ausgebreitet, und auf dieser werden die Eisenstäbe abermals nebeneinander, wie bei der ersten Schicht, aufgestellt. Mit solchen abwechselnden Schichten von Cementirpulver und Eisenstücken wird so oft abgewechselt, bis die Kästen so weit angefüllt sind, daß nur noch 6 Zoll zu ihrer völligen Ausfüllung fehlen. Dieser Raum wird mit schon gebrauchtem Cementirpulver von den vorigen Bränden angefüllt, und das Gestübbe alsdann noch mit unschmelzbarem, etwas angefeuchtetem Sande bedeckt, welcher so hoch angehäuft wird, als es ohne Herabgleiten möglich ist. Wenn man aber, statt des Sandes, feste, gemauerte Deckel anwendet, so müssen die Küsten mit Kohlenpulver ganz ausgefüllt werden, und die oberste Eisenschicht muß wenigstens 6 Zoll stark mit Kohlenpulver bedeckt sein.

Bei dem Besetzen der Kästen ist mit der größten Sorgfalt darauf zu sehen, daß die Eisenstäbe nirgends einander berühren, und daß sie auch von den Wänden der Kästen gehörig entfernt bleiben. — Die vorderen Enden der Stäbe, welche gewöhnlich noch roh sind, müssen verhauen und mit etwas gröberem Kohlenstaub umlegt werden.

Nach dem Besetzen werden die Oeffnungen, durch welche die Eisenstäbe in den Ofen geschoben wurden, zugesetzt, auch die Oeffnung in der Seitenwand des Ofens, durch welche der Arbeiter in den Ofen gelangen mußte, um die Cementirkästen zu besetzen, wieder zugemauert, und es wird mit dem Anfeuern des Ofens der Anfang gemacht.

Der Ofen muß nicht plötzlich zu stark erhitzt werden, weil

dies ihm selbst und den Cementirkästen nachtheilig sein und zum Reißen und Springen der Gefäße Anlaß geben würde. Deßhalb muß die Anwärmung stufenweise erfolgen, und der Ofen erst nach Verlauf von zwei bis vier Tagen bis zu dem Grade des Glühens erhitzt werden, welcher zur Stahlbereitung erforderlich ist. In dieser Hitze, welche die Temperatur der vollkommenen Weißglühhitze erreicht, muß man den Ofen ununterbrochen zu erhalten suchen, bis das Eisen durchgebrannt ist und der Ofen sich abkühlen kann.

Die Zeit oder die Dauer des Brandes ist von dem Feuerungsmaterial, von der Größe des Ofens, von der Stärke der Stäbe und von der Größe des Zuges, den man zur Verstärkung der Hitze anwendet, abhängig. Ein geübter Arbeiter weiß mit großer Zuverlässigkeit, wann er das Feuer abgehen lassen kann. Um indeß möglichst sicher zu gehen, legt man Probestangen in verschiedenen Höhen auf beiden Seiten des Ofens in die Cementirkästen. Diese Probestangen müssen beim Gange des Ofens herausgezogen werden können und wenigstens 10 bis 15 Zoll in die Kästen hineinreichen. Die Kästen sind hierzu eingerichtet und mit einer Oeffnung versehen. Bei den Kästen, welche keine besonderen schmalen Seitenwände haben, sondern bei denen die Wände des Ofens zugleich die Seitenwände bilden, läßt sich die Vorrichtung noch leichter anbringen. — Ein größerer Ofen erfordert ein langsameres Anwärmen und ein länger anhaltendes Brennen, weil größere Räume zu erhitzen sind. Bei der Anwendung von Steinkohlen wird die Hitze im Ofen schon deßhalb immer größer, als bei der Anwendung von Holz, weil die Steinkohlenöfen kleiner und enger zusammengezogen sind, weßhalb ein Brand bei Steinkohlen in kürzerer Zeit beendigt sein kann, als ein Brand bei Holz, unter übrigens gleichen Umständen.

In kleineren Oefen kann ein Brand schon in 4 Tagen beendigt sein, wogegen in größeren Oefen 10 bis 12 Tage dazu erforderlich sind. Die Menge des einzusetzenden Eisens ist von 10 bis 100 Centner abweichend, indem es einleuchtet,

daß Alles von der Größe der Kästen abhängt, die man anwenden will. Oefen von mittlerer Größe, in denen bei jedem Brande 40 bis 50 Centner Eisen cementirt werden können, scheinen die vortheilhaftesten hinsichtlich des Brennmaterialverbrauchs zu sein. Je schmaler und niedriger die Kästen sind, und je weniger Eisen mit einem Male cementirt wird, desto gleichartiger wird der Stahl ausfallen.

Auf die Regulirung des Feuers durch die Zugöffnungen im Gewölbe, welche nach Umständen mehr oder weniger geöffnet, auch wohl ganz geschlossen werden müssen, ist vorzugsweise Rücksicht zu nehmen. Ein zu kalter Ofen verursacht unnöthigen Brennmaterialverbrand, weil die Stahlbildung eine um so bedeutendere Hitze erfordert, je größer die Kästen sind, und je dickere Stäbe man angewendet hat. Eine zu starke Hitze bringt das Eisen zum Schmelzen, und man würde statt des Stahls nur Roheisen, wenigstens eine roheisenartige, spröde und unbrauchbare Masse, erhalten. Jeder Stahlbrenner muß seinen Ofen kennen, um nach der Farbe der Flamme und nach dem Ansehen der Probestangen die Dauer des Brennens und die Stärke der zu ertheilenden Hitze abzumessen. Wäre ein zweckmäßiges Pyrometer bekannt, so würde man sich den geübten Augen des Arbeiters allein nicht überlassen dürfen.

Eine heftige Hitze befördert und beschleunigt die Umwandlung des Eisens in Stahl allerdings, und es würde daher auch möglich sein, in kürzerer Zeit bei größerer Hitze das zu erreichen, was man in längerer Zeit bei geringerer Hitze zu bewirken sucht; aber abgesehen, daß die Hitze sehr leicht bis zum Schmelzgrade steigen kann, hat die Erfahrung auch gezeigt, daß der durch plötzliche Hitze entstandene Stahl ungleichartiger ist, als der Stahl, welcher durch langsame Einwirkung der Kohle erzeugt ward. Ohne Zweifel kann die Vertheilung der Kohle bis zum Mittelpunkte des Eisenstabes in einer kurzen Zeit nicht gleichmäßig erfolgen.

Während der Dauer des Brandes sinkt die Cementmasse in den Cementirkästen etwas zusammen, weßhalb die Bedeckung

mit Sand nicht allein viel bequemer, sondern auch deßhalb vorzuziehen ist, weil der feste Deckel nicht mit nachsinken kann, was daher leicht zur Entstehung von hohlen Räumen Anlaß giebt, durch welche die Luft eindringen und das Eisen verschlacken würde, wenn man dies nicht etwa durch eine starke Schicht von Kohlenstaub verhindert. — Die Probestäbe müssen nicht allein von derselben Qualität, sondern auch von derselben Dimension angewendet werden, als das zu cementirende Eisen selbst, weil man sonst leicht irregeleitet werden würde.

Der Gang der Cementation läßt sich auf der frischen Bruchfläche der herauszunehmenden Probestäbe deutlich bemerken. Zuerst fängt die Stahlbildung an den Oberflächen an und pflanzt sich bis zum Mittelpunkte fort, der oft noch eine eisenartige Textur und eine bläuliche Eisenfarbe besitzen kann, wenn die äußeren Eisentheile schon zu Stahl geworden sind. Wenn sich von einem Eisenkerne nichts mehr bemerken läßt, so wird mit dem Nachfeuern eingehalten; der Ofen muß langsam erkalten, damit die Kästen keine Risse erhalten; und wenn er nach mehrern Tagen kalt geworden ist, so macht man eine Oeffnung in der einen Seitenwand, durch welche sich der Stahlarbeiter in den Ofen begiebt, den Sand und das Gestübbe abnimmt, die Stahlstangen durch eine Oeffnung aus dem Ofen schiebt, die Kästen genau untersucht, ausbessert, von Neuem besetzt u. s. f.

Die Stahlstäbe sind überall mit Blasen bedeckt, welche um so größer sind, je weicher und je undichter das Eisen war. Hartes, festes und zähes Eisen giebt unter denselben Umständen weniger und kleinere Blasen. Sonderbar ist es, daß diese Blasen sich als Erhöhungen auf der Oberfläche des Eisens zu erkennen geben, als wenn die elastische Flüssigkeit aus dem Eisen entwichen wäre, welche sich erst durch die Aufnahme der Kohle gebildet hätte. Wegen der Eigenschaft des Brennstahls, beständig Blasen zu zeigen, nennt man den rohen, nicht raffinirten Brennstahl auch wohl Blasenstahl. Es ist eine sehr wahrscheinliche Vermuthung, daß diese Blasen von der dem Eisen mechanisch beigemengten und in die Eisenmasse eingepreßten

Schlacke herrühren, deren Bestandtheile sich reduciren und zur Entstehung von Kohlenoxydgas, vielleicht auch von kohlensaurem Gase, Anlaß geben.

Die Stahlstäbe müssen mit einer glatten, völlig blanken Oberfläche aus dem Ofen kommen, und bei der Anwendung von weichem Eisen muß jede Spur von sehnigem Gefüge, sowie überhaupt die bläuliche Eisenfarbe auf dem frischen Bruche, völlig verschwunden sein. Je stärker die Eisenstäbe waren, desto gröber wird das Gefüge an den Rändern, desto matter und gelblichweißer das Ansehen, zum Beweise, daß der Stahl an den Rändern schon überbrannt werden mußte, um in der Mitte keinen Eisenkern zu behalten. — Glänzende Stellen in der Mitte der Stange deuten immer auf Eisen, wenn auch kein eisenartiges Gefüge mehr bemerkbar sein sollte.

Das zu starke Brennen auf einzelnen Punkten der Oberfläche läßt sich niemals vermeiden, wenn kein Eisenkern zurückbleiben soll, weßhalb das Raffiniren diese Unvollkommenheiten wieder ausgleichen muß. Dadurch erhält der nicht raffinirte Brennstahl aber eine Sprödigkeit, so daß die Stäbe, wenn sie aus dem Ofen kommen, sich mit einem dumpfen Laute, als wenn sie ganz mürbe wären, unter dem Hammer zerschlagen lassen müssen. Muß man starke Schläge anwenden, so ist, in der Regel, noch ein eisenartiger Kern zurückgeblieben. Sehr anzurathen ist es, die Stahlstäbe sogleich beim Zerschlagen sorgfältig zu sortiren, besonders weil auch die Stäbe in der Mitte der Cementirkästen, in der Regel, nicht so stark gebrannt sind, als diejenigen, welche zunächst an den Wänden lagen.

Wenn das angewendete Stabeisen von allem Glühspane frei und gut und völlig rein ausgefrischt war, so nimmt es $^1/_{250}$ bis $^1/_{200}$ seines anfänglichen Gewichts beim Cementiren zu. In England rechnet man, in der Regel, $^2/_5$ Procent Gewichtszuwachs, wenn man vorzüglich gutes, starkes und zähes Eisen anwenden kann. Wenn dieß nicht der Fall ist, wird weder Gewichtsverlust noch Gewichtsvermehrung angenommen.

Eine besondere Art von Stahlcementation ist die soge-

nannte Oberflächen- oder Insatzhärtung, bei welcher das Eisen nicht durchgängig, sondern nur auf der Oberfläche, in Stahl verwandelt wird. Diese Art der Cementation wird nur bei schon fertigen Eisenwaaren angewendet, denen man dadurch eine größere Härte, oder einen stärkern Glanz und eine höhere Politur ertheilen will. Die Eisenfabrikate werden in verschlossenen eisernen (blechernen) Kästen mit dem Cementirpulver geschichtet, stark durchgeglüht und noch glühend schnell herausgenommen und im Wasser abgelöscht. Knöpfe, Kettenglieder, Nähnadeln u. s f. pflegt man auf diese Art zu härten. Der gefüllte Kasten wird, mit glühenden Kohlen umgeben, die man so oft erneuert als die in den Kästen hineingesteckten und von Zeit zu Zeit herauszuziehenden und zu untersuchenden Eisendrähte zeigen, daß die Cementation noch fortgesetzt werden muß. Je länger die Cementation dauert, desto dicker wird die Stahlhaut, desto spröder und brüchiger werden aber auch die Waaren. Aus Eisendraht angefertigte und auf diese Art cementirte Nähnadeln sind daher auch immer schlecht, weil die gehärteten Spitzen leicht abbrechen und beim Anschleifen weiche Spitzen geben, indem in der Mitte ein Eisenkern stehen geblieben ist. Bei schneidenden und spitzen Waaren sollte daher diese Härtungsmethode nicht angewendet, sondern solche Fabrikate sollten immer aus Stahl angefertigt werden. Dagegen ist sie zu bloß polirten Arbeiten, von denen man nur Härte und Politur, aber keine große Festigkeit verlangt, zu empfehlen. Vorzüglich bedient man sich der Oberflächenhärtung aber bei dem Stahle selbst, nämlich bei denjenigen Stahlwaaren, die vorher weich gemacht werden müssen, um sie mit dem Grabstichel bearbeiten (radiren) zu können, und welche nachher auf der Oberfläche eine große Härte erhalten müssen.

Nach Rinman soll ein aus 4 Theilen zerpülverten Birkenkohlen, 3 Theilen Ruß und 1 Theil verkohltem Leder bestehendes Cementirpulver die besten Dienste leisten. Es scheint überhaupt, daß die thierische Kohle das Stahlwerden mehr als die vegetabilische befördert, weßhalb man sich des Leders bei den Oberflächen-

härtungen mit so großem Nutzen bedient. Der Grund dieser Erscheinung ist unbekannt, und vielleicht in der Entwickelung der Gasarten zu suchen, vielleicht auch in der Reinheit der thierischen Kohle und des Rußes, welche höchst wenig Asche hinterlassen.

Es versteht sich von selbst, daß der Zutritt der Luft sorgfältig abgehalten und daß der Kasten daher gut verschlossen sein muß. Das Oeffnen und Entleeren der Kästen muß schnell geschehen, damit die glühende Eisenwaare abgelöscht wird, ehe sie Glühspan ansetzen kann. Das zu cementirende Fabrikat muß vorher ganz rein gefeilt und nach Umständen auch geschmirgelt sein.

Wenn der Stahl den höchsten Grad der Feinheit des Korns behalten und keine zu große Sprödigkeit erhalten soll, so muß er in schwacher Hitze gehärtet werden. Bei schneidenden Waaren ist diese Vorsicht um so nothwendiger, weil die Spitzen oder die feinen Schneiden leicht zu stark erhitzt werden und dann beim Härten eine zu große Sprödigkeit erlangen. Deßhalb ist die Oberflächenhärtung bei solchen Stahlwaaren ganz unanwendbar, indem das Cementirpulver bei einer zu geringen Hitze nicht wirksam werden kann, bei einer zu starken Hitze aber das Gefüge des Stahls grob wird und beim Härten oder Ablöschen zwar eine sehr große Härte hervorgebracht, aber auch die Sprödigkeit ungemein erhöht wird. Nur bei den stählernen Feilen und Raspeln, welche den Hieb im weichen und noch nicht gehärteten Zustande des Stahls erhalten, muß man die Härte durch eine Oberflächenhärtung vermehren, weil die feinen Zähne schon die Wirkungen des Cementirpulvers erfahren, ohne daß sie über den zum Härten erforderlichen Grad des Glühens erhitzt werden dürfen. Man läßt sie in reinem Kohlenfeuer braunroth werden, reibt sie dann schnell mit Horn ab, glüht sie noch einmal bis zur lichtrothen Glühhitze zwischen Kohlen und taucht sie senkrecht in kaltes Wasser. Oder man überzieht sie kalt mit einem Brei aus verkohltem Leder, Ruß und Milch, trocknet den Ueberzug schnell und glüht die Feilen in reinem Kohlenfeuer bis zur hellrothen Glühhitze, worauf man sie senkrecht in kaltem Wasser ablöscht. Ein Zusatz von einigen Procenten Kochsalz, oder auch von Salmiak, zu

dem Härtepulver ist bei dem Härten der Feilen und Raspeln sehr wirksam und kaum durch ein anderes Mittel zu ersetzen. — Zu den Härtepulvern hat man übrigens ebenso, wie zu den Cementirpulvern, eine Menge der verschiedenartigsten Substanzen als Zusätze empfohlen. Ein recht wirksames Mittel soll das blausaure Eisenkali sein. Die zu härtenden Gegenstände werden auf der Oberfläche gereinigt, dann stark rothglühend gemacht, aus dem Feuer genommen, mit zerpülvertem und an der Luft zerfallenen blausaurem Eisenkali bestreut, welches sogleich schmilzt, alsdann wieder in das Feuer gebracht, zur starken Rothgluth erhitzt und in kaltem Wasser abgelöscht.

In manchen Fällen kommt es darauf an, den Stahl recht weich zu machen, ehe er durch die Insatzhärtung den höchsten Grad der Härte erhält. Die Operation des Weichmachens des Stahls nennt man das Nachlassen desselben. Die Absicht dabei besteht darin, den Stahl oder vielmehr die daraus bereiteten Gegenstände leicht mit der Feile oder mit andern Werkzeugen bearbeiten zu können. Man erreicht diesen Zweck durch das bloße Glühen in dicht verschlossenen Gefäßen. Um jedoch die Luft völlig abzuhalten, ist es nützlich, ihn mit einer Hülle zu umgeben, wozu man entweder ganz reine Eisenfeile, oder ein Gemenge von 2 Theilen fein geriebener Kreide und 1 Theil Kohlenpulver anwenden kann. Eine 6- bis 8stündige, jedoch nur schwache Glühhitze, welche die braunrothe Glühhitze nicht übersteigt, reicht vollkommen hin, den Stahl so weich zu machen, daß er sich mit allen Werkzeugen leicht bearbeiten läßt und nach erfolgter Bearbeitung gehärtet werden kann.

Produktion, Materialverbrauch, Fabrikationskosten. — Ein Cementirofen kann jährlich höchstens 20 Mal betrieben werden. Eine Yorkshirer Stahlhütte von mittlerer Größe enthält drei Oefen, die so eingerichtet sind, daß sie drei verschiedene Ladungen aufnehmen können, nämlich 240 bis 300 Centner, 300 bis 360 und 360 bis 440 Centner, so daß die jährliche Produktion der drei Oefen etwa 20000 Cölner Centner betragen kann.

Mehrere große Stahlwaarenfabrikanten bereiten sich den Cementstahl, den sie verbrauchen, selbst. Da ihr unmittelbarer Absatz gesichert ist, so können sie den Materialienverbrauch und das erforderliche Personal auf längere Zeit vorher bestimmen und daher eine im Durchschnitte höhere Produktion erzielen, als oben angegeben wurde.

Die meisten Cementstahlwerke werden aber von kleinen Fabrikanten betrieben, deren einziger Erwerbszweig es ist, das Eisen zu passenden Preisen in rohen Cementstahl zu verwandeln. Es befinden sich diese Fabrikanten in einer weit ungünstigeren Lage, um einen wesentlichen Gewinn von ihrem Gewerbe zu ziehen, und sie leiden weit stärker bei den Mißgeschicken und Schwankungen der ganzen Stahlindustrie.

Ehe wir von den Produktionskosten des rohen Cementstahls in Yorkshire reden, wollen wir erst wenige Worte über die Zweckmäßigkeit sagen, Bemerkungen dieser Art in praktisch-hüttenmännische Abhandlungen aufzunehmen, und wollen die Grundsätze darlegen, welche den Produktionskosten-Berechnungen zu Grunde gelegt werden müssen.

Die Gewerbe können nur dann bestehen, wenn sie dem Fabrikanten einen passenden Gewinn gewähren; denn die Vollkommenheit in der Industrie besteht nicht darin, wenig rohes Material, wenig Brennstoff und wenig Arbeit zu verbrauchen, sondern darin, zu möglichst billigem Preise ein gutes Fabrikat zu liefern. Die Wahl einer Methode bleibt ein ungelöstes Problem, so lange man nur technische Rücksichten nimmt; sobald man damit aber auch die Haushaltsbedingungen für irgend eine Localität verbindet, ist es als gelöst zu betrachten. Die Produktionskosten-Berechnung ist aber das einzige Mittel, um für jeden bestimmten Fall die Zweckmäßigkeit eines hüttenmännischen Verfahrens zu bestimmen und man muß daher dort die Bestätigung der vorhandenen Thatsachen und der zu machenden Verbesserungen suchen.

Auf den ersten Blick scheint es, daß eine Produktionskosten-Berechnung für jeden besondern Fall sehr viel zufällige und will-

führliche Data, die wenig geeignet zur Charakteristik eines Hüttenprocesses seien, darbietet. Gewiß ist es auch, daß, wenn man diese Berechnungen so anstellte, wie es die Fabrikanten thun, man fast immer finden würde, daß unter beinahe gleichen technischen Bedingungen stehende Hütten sehr verschiedene Produktionskosten haben. Der besondere Gegenstand dieser Abhandlung gestattet nicht, auf die Ursachen dieser Abweichungen einzugehen, und wir beschränken uns daher darauf, diese Berechnungen untereinander vergleichbar zu machen und dem Hüttenwesen genaue Mittel an die Hand zu geben, die ihm bis jetzt oft gefehlt haben.

Eine hüttenmännische Unternehmung umfaßt zwei Theile, welche gewöhnlich ziemlich verschieden, und die in Großbritannien zuweilen gänzlich getrennt sind: die commercielle Unternehmung, welche den Ankauf der Erze oder der zu verarbeitenden Metalle, und welche den Verkauf der Fabrikate besorgt. Der Gewinn an denselben muß die Kosten, die Kapitalvorschüsse und den ungünstigen Wechsel, den An- und Verkauf mit sich führen, decken. Der zweite Theil umfaßt das Gewerbe, und dessen Gewinn muß diejenigen Kosten decken, die sich unmittelbar auf die Hüttenprocesse beziehen. Die erste von dem Hüttenmanne zu beherzigende Regel ist die, diese beiden Arten von Kosten von einander zu trennen. So muß bei dem jetzigen Zustande der Stahlindustrie in Yorkshire ein Fabrikant, der sowohl dieses, als Kaufmann ist, für Kosten und Gewinn an 100 Kil. rohem Cementstahl etwa 12 Fr. noch dazu wegnehmen. Auf der andern Seite erhält der eigentliche Fabrikant, dessen Gewerbe blos darin besteht, das Eisen in rohen Stahl zu verwandeln, gewöhnlich für dasselbe Produkt nur 3,53 Fr. Die jedem der genannten beiden Theile der Fabrikation zukommenden Kosten und Gewinn sind demnach:

für den Fabrikanten . . . . . . 3,53 Fr.
für den Kaufmann etwa . . . . . 8,47 "

und man wird leicht einsehen, daß die auf diese Weise berechneten Produktionskosten das hüttenmännische Verfahren besser charakterisiren, als wenn, wie es oft geschieht, ein mehr oder weniger

bedeutender Theil der sich auf rein commercielle Operationen beziehenden Kosten damit vereinigt worden wäre.

Was nun die Produktionskosten selbst anbetrifft, so zerfallen sie in zweierlei Art: die ersten, welche wir die speciellen oder die Betriebskosten nennen können, umfassen den Materialverbrauch und den Aufwand an Arbeitslöhnen, die sich, sei auch die Ausdehnung des Betriebes noch so bedeutend, für jeden fabricirten Centner fast immer gleich bleiben. Es sind dies die charakteristischen Elemente der Methode, und man sollte sie möglichst speciell aufführen. Die zweiten, die Generalkosten, bleiben fast für jedes Jahr dieselben, sei die Fabrikation, welche sie wolle; sie sind aber mit jedem Centner der Produktion verschieden, und zwar im umgekehrten Verhältnisse der in gleicher Zeit erlangten Produktion. Man kann daher diese zweite Art der Kosten nur dann berechnen, wenn man die Wichtigkeit der jährlichen Produktion bestimmt hat. Wir fügen hinzu, daß in dieser, sowie in jeder anderen Beziehung die berechneten Fabrikationskosten die wahre Beschaffenheit der Sache für die zu beschreibende Gegend nur dann darstellen werden, wenn man mittlere Data für die meisten Hütten annimmt.

Um die so eben dargelegten Grundsätze anzuwenden, nehmen wir den in Yorkshire gewöhnlichen Fall an, daß ein Stahlwerk nur den Zweck habe, für Rechnung Anderer das ihm gegebene Eisen in Stahl zu verwandeln. Die Hütte, welche wir deßhalb als Beispiel wählen, hat drei Cementiröfen und ist in den letzteren Jahren ziemlich lebhaft betrieben worden; sie producirt jährlich etwa 6000 metr. Centner rohen Cementstahl. Es sind auf derselben drei Arbeiter angestellt, die zusammen wöchentlich 3 L.St. Lohn erhalten und mit Einschluß der Sonn- und Festtage 50 Wochen gebraucht werden. Außerdem wird noch etwa fünf Wochen lang ein Gehülfe beschäftigt und mit 15 Schilling wöchentlich gelohnt.

Die Produktionskosten und der Gewinn einer unter solchen Umständen betriebenen Hütte sind in der folgenden Tabelle näher nachgewiesen:

Produktionskosten von 100 Kil. rohem Cementstahl.

	Materialverbrauch und Arbeitslöhne.	Werth der Materialien und der erforderlichen Arbeitstage.	
		Einzeln Fr. Cnt.	In Summa Fr. Cnt.
Betriebskosten.	Kil.		
Eisen, welches cementirt wird	99,1		
Holzkohlen, 5,40 Fr. die 100 Kil. . .	5,5	0,30	
Steinkohlen, 1,06 Fr. die 100 Kil. . .	75,0	0,80	1,82
Arbeitslohn, 3,62 Fr. die Schicht . .	0,20 Sch. . .	0,72	
Generalkosten.			
Anlagecapital, Pacht für die Hütte, oder Zinsen vom Capital zu 5%		0,42	
Betriebscapital: Zinsen zu 6%		0,07	
Unterhaltung der Materialien: Ziegelsteine, Lehm, Eisen zu Gezähen, Arbeitslöhne		0,30	1,71
Direction und Aufsicht: ohne Kosten von dem Meister bewirkt		"	
Verschiedene Kosten: Steuern, Briefporto, Bureaukosten &c.		0,19	
Gewinn		0,73	
		Summa	3,53

Der mittlere Preis des in Yorkshire zur Stahlfabrikation angewendeten Eisens beträgt im Durchschnitte 18 L.St. die Tonne oder etwa 45 Fr. die 100 Kil. (6 Thlr. 5 Sgr. der preußische Centner). Daher betragen die Produktionskosten von 100 Kil. aus solchem Eisen bereiteten Stahle:

	Fr. Cnt.	Fr. Cnt.
Eisen 99,1 Kil. à 45 Fr.		44,60
Steinkohlen 75 Kil. à 1,06 Fr.	0,80	
Arbeitslöhne 0,20 Schicht à 3,62 Fr.	0,72	3,53
Diverse Kosten	2,01	
	Summa	48,13

Die Fabrikationskosten von 3,53 Fr. auf die 100 Kil. Stahl bleiben daher unverändert, sei der Zustand des Handels auch welcher er wolle. Es ist dies eine Folge der Trennung der Interessen, welche zwischen den verschiedenen Classen von Gewerbszweigen existirt, in die sich die Gewinnung und Verarbeitung des Stahls in Yorkshire theilt. Diese wirkliche Theilung der Arbeit übt einen sehr guten Einfluß auf das Ganze der Stahlindustrie und verhindert die so schädlichen Preisschwankun-

gen, die dem Eisenhüttengewerbe so nachtheilig sind, dessen Produkte in den letztern 15 Jahren ein Sinken des Preises von 63 Procent erlitten haben.

Sechstes Capitel.

Von der Gussstahl-Bereitung.

Bei den Entkohlungsprocessen des Roheisens zur Darstellung von Stahl, sei es in Herden oder Puddelöfen, reichen die Mittel nicht hin, ein Produkt von stets ganz gleicher Beschaffenheit zu erlangen. Immer ist man genöthigt, ein Sortiren des Fabrikats vorzunehmen, um den härtern, mehr Kohle enthaltenden Stahl von dem weichern, und diesen von dem stahlartigen Stabeisen abzusondern.

Der durch Cementation aus Stabeisen bereitete Stahl besitzt zwar zuweilen alle Eigenschaften des Stahls im vollkommensten Grade und kann den Schmelzstahl an Festigkeit, Härte und Federkraft übertreffen; allein er verliert den Kohlenstoff durch öfteres Glühen bei schwachem Luftzutritte ungleich schneller und ändert sich dadurch leichter in einen sehr weichen Stahl um, als der Schmelzstahl. Die Verbindung des Kohlenstoffes mit Eisen scheint daher inniger und genauer zu werden, wenn sich beide im Zustande der Flüssigkeit miteinander verbinden, als wenn das Eisen nur im weißglühenden Zustande von Kohlenstoff durchdrungen wird.

Diese, aus der Unzuverlässigkeit der Operationen hervorgehende Ungleichartigkeit des Produkts hat bekanntlich zuerst in England Veranlassung gegeben, dem Stahl durch Umschmelzen eine größere Gleichartigkeit zu verschaffen. Der sogenannte Gußstahl ist daher wirklich ein ungleich gleichartigeres und zuverlässigeres Produkt als der Roh- und Cementstahl, indeß bleibt die Beschaffenheit desselben ebenfalls von der richtigen und sorgfältigen Auswahl des Materials abhängig. Durch diese sorgfältige

Auswahl und durch den Umstand, daß sich durch das Umschmelzen Stahl darstellen läßt, der bei einem großen Kohlegehalt, also bei großer Härte, stets eine gleichartige Beschaffenheit behält, welchen Härtegrad man auch für das Produkt verlangt, hat sich der Gußstahl bald einen wohlverdienten Ruf erworben, so daß zu feineren Stahlarbeiten und zu allen Werkzeugen, für welche große Härte und Festigkeit erforderlich sind, nur Gußstahl mit Erfolg angewendet werden kann.

So vollkommen der Proceß der Gußstahlbereitung also auch zu sein scheint, so besteht doch eine Mangelhaftigkeit desselben darin, daß dem geübten Auge des Arbeiters die Auswahl des Materials überlassen bleiben muß und daß sich daher bei aller Gleichartigkeit des Produkts die Größe des Kohlegehalts, also die Härte und Festigkeit des Stahls, mit Zuverlässigkeit nicht bestimmen lassen. Solche Unvollkommenheiten bei der Ausführung metallurgischer Operationen sind jedesmal dann unvermeidlich, wenn durch das Auge des Arbeiters Waage und Gewicht ersetzt werden müssen. Der Kohlegehalt des zum Gußstahl angewendeten Materials, des Cementstahls, ist in jedem Theil des Querschnittes eines Stabes ein anderer, so daß der Kohlegehalt der Gesammtmasse der Tiegelbeschickung, also der des daraus hervorgehenden Gusses mit Zuverlässigkeit nicht bestimmt werden kann. Wenn gleichwohl der Härtegrad des englischen und des guten deutschen Gußstahls ziemlich genau mit dem beabsichtigten übereinstimmt, so ist dieser Erfolg lediglich der genauen Bekanntschaft der Arbeiter mit ihrem Material und der sorgfältigen Auswahl desselben für den bestimmten Zweck zuzuschreiben.

Eine Unzuverlässigkeit des Erfolges würde nicht vorhanden sein, wenn für die Gußstahlfabrikation ein Material zu Gebote stände, dessen Kohlegehalt der Berechnung unterworfen werden könnte. Ein solches Material ist das aus reinen, besonders von eingesprengten Kupferkiesfunken freien Spath- und Brauneisensteinen dargestellte weiße Roheisen mit Spiegelflächen, dessen Kohlegehalt zu 5,6 Procent angenommen werden kann. Der Kohlegehalt der besten Sorten des schwedischen Stabeisens und

des Eisens, welches in Deutschland aus reinen Spath- und Brauneisensteinen bereitet wird, läßt sich nahe zu 0,25 Procent in Rechnung bringen. Jenes Roheisen und dieses Stabeisen sind als das reinste Eisen bekannt, welchem nur Spuren von Silicium beigemischt sind, wovon auch der Cementstahl, das jetzige Hauptmaterial für den Gußstahl, niemals befreit ist. Beide Eisenarten bieten folglich ein Material dar, durch welches man in den Stand gesetzt ist, den Kohlegehalt der in die Tiegel zu bringenden Gußstahlbeschickung genau zu bestimmen und Gußstahl von jedem beliebigen Härtegrade durch das, durch Berechnung leicht zu ermittelnde Verhältniß des einen Materials zum andern, darzustellen. Wenn der Kohlegehalt des Schmelzprodukts und die davon abhängigen Eigenschaften desselben wirklich vollständig mit der Berechnung übereinstimmen — welches durch Versuche im Großen zu entscheiden blieb, — so konnte man erwarten, daß durch die Gußstahlbereitung aus Spiegeleisen und reinem Stabeisen eine neue Periode für diesen Zweig der Industrie in Deutschland beginnen müsse, indem sich mit der Zuverlässigkeit der Operation, durch welche der Gußstahl genau in den Graden der Härte und Schweißbarkeit dargestellt werden kann, welche zu irgend einem Zweck verlangt werden, auch noch ökonomische Vortheile verbinden, die in der Wohlfeilheit des Materials begründet sind. Diese Vortheile erhalten für die deutsche Gußstahl-Industrie dadurch eine besondere Wichtigkeit, daß in mehreren Provinzen Deutschlands das reine weiße Roheisen mit Spiegelflächen in bedeutenden Quantitäten gewonnen wird, während es andern Ländern ganz abgeht.

Der Bereitung des Gußstahls durch das Zusammenschmelzen von Spiegeleisen mit reinem Stabeisen stand aber noch ein anderes, weit erheblicheres, als das aus dem Mangel an Reinheit des Materials entnommene Bedenken entgegen, nämlich die Besorgniß, ob das Produkt der Schmelzung eine gleichartige und homogene Verbindung sein werde. Herr Karsten, dem wir so sehr viel über die Natur des Stabeisens, Stahles und Roheisens verdanken und dessen Arbeit über den Gußstahl (in seinem und

v. Dechens Archiv, Bd. 25) wir Dieses und das Folgende entnehmen, erhebt bereits in der 3. Aufl. seines „Handbuchs der Eisenhüttenkunde“ (Bd. 4, S. 512) Zweifel darüber und giebt Gründe an, aus denen es rathsam sein würde, sich zur Darstellung des Gußstahls des schon fertigen Stahls und nicht eines Gemenges von Roheisen und Stabeisen, in zu berechnenden Verhältnissen beider Materialien zu bedienen. Es wurden zur Beantwortung der Frage viele Versuche angestellt, bei denen von jedesmaligem Guß aus einem Tiegel, Gußstahlbarren von 30 bis 35 Pfunden erfolgten, die wie gewöhnlich in gußeisernen Formen gegossen wurden. Die dabei erlangten Resultate sollen weiter unten, wenn wir die Gußstahlöfen und das Schmelzverfahren näher kennen gelernt haben, mitgetheilt werden, da sie von großer Wichtigkeit sind.

Wir haben nun noch von dem indischen Stahl, d. h. von dem berühmten Wootz zu reden, denn wir werden weiter unten bemerken, daß die im Handel Londons, unter dem Namen indischer Stahl vorkommende Sorte, ganz etwas Anderes ist. Der Wootz, das Material zu den persischen und orientalischen Säbelklingen, zeichnet sich durch einen großen Härtegrad aus, der selbst beim Anlassen wenig verliert und den des gewöhnlichen Gußstahls weit übertrifft. Die Bereitungsart des Wootz soll auch weiter unten beschrieben werden.

Die Schweißbarkeit ist eine Eigenschaft, welche nur dem Stabeisen, aber nicht dem Roheisen zukommt, und weil das weiße Roheisen von dem gehärteten Stahle nur durch den größeren Gehalt an Kohle verschieden ist, so wird die Schweißbarkeit in demselben Verhältnisse abnehmen, in welchem der Kohlegehalt des Stahls zunimmt. Stahl erfordert im Allgemeinen eine geringere Schweißhitze als Stabeisen; auch muß beim Zusammenschweißen des Stahls mit Stahl, oder des Stahls mit Stabeisen die größte Sorgfalt angewendet werden, um den Luftzutritt zu verhüten, weßhalb die zusammenzuschweißenden Stellen mit einem Ueberzuge versehen werden müssen, damit sich Schlacke bilde, welche die Luft abhält. Diese Vorsicht ist um so nothwendiger,

wenn Stahl und Stabeisen zusammengeschweißt werden sollen, weil das letztere einen höhern Grad der Schweißhitze erfordert, als der Stahl, dieser also länger, als es seiner Natur nach sein sollte, in der Hitze erhalten werden muß. — Ein vortreffliches, allen praktischen Eisen- und Stahlarbeitern bekanntes Mittel, die Verbindung des Eisens mit Stahl, oder des Stahls mit Stahl, durch das Zusammenschweißen, zu erleichtern, ist der Borax. Er gewährt eine leichte und dünne flüssigere Decke für das weißglühende Eisen, als der gewöhnliche Schweißsand und als andere, bisher in Anwendung gekommene Deckungsmittel, auch reinigt er die zusammenzuschweißenden Oberflächen und befördert dadurch deren Vereinigung. Durch die Anwendung des Borax lassen sich manche Sorten von Gußstahl, welche man für unschweißbar hielt, sowohl mit einander, als auch mit Stabeisen zusammenschweißen. Sollen zwei Stücke Gußstahl miteinander verbunden werden, so feilt man die Flächen erst ganz rein, ohne jedoch die Rauhheit völlig wegzubringen und bestreicht sie mit Borax, welcher mit Wasser auf einem Reibesteine zu einem feinen Brei angerieben worden ist, legt dann die Flächen zusammen und bestreicht auch die Fugen noch mit etwas Borax. Ein Zusatz von einem Theil Salmiak zu drei oder zwei Theilen Borax ist auch mit gutem Erfolg anzuwenden. Die zusammengelegten Stücken werden dann mit Eisendraht umwickelt, damit sie sich nicht verrücken und bis zum hellen Rothglühen vorsichtig erhitzt. Bei feinen und dünnen Gegenständen ist noch die Vorsicht anzuwenden, sie auf einer starkerhitzten und wenigstens braunrothwarmen Unterlage und nicht auf einem kalten Amboße zusammenzuschlagen, weil sie auf dem letzteren so schnell abgekühlt werden, daß die Schweißung mißlingen könnte. Der gute Erfolg hängt von der richtigen Temperatur beim Glühen und davon ab, daß die Flächen völlig rein gehalten werden. Die Hitze muß schnell gegeben werden. Zu geringe Hitze kann natürlich keine Schweißung hervorbringen; zu starke Hitze verdirbt den Stahl und erschwert das Schweißen, weil der Borax unwirksam wird.

Noch größere Vorsicht ist anzuwenden, wenn Stahl, beson-

ders Gußstahl, zusammengeschweißt werden soll. Der Borax wird dann zweckmäßiger als zerstoßenes Boraxglas und nicht in einem mit Wasser zu einem Brei geriebenen Zustande angewendet. Nachdem die zu verbindenden Flächen rein gefeilt worden sind, wird das Eisen weißglühend gemacht, dann die Schweißstelle schnell mit der Feile von dem Glühspan gereinigt und mit zerkleinertem Boraxglase bedeckt, welches augenblicklich flüssig wird und die weitere Oxydation des glühenden Eisens verhindert. Auf dieses weißwarme und mit Borax verarbeitete Eisen legt man den anzuschweißenden Stahl, welcher, weil er kalt auf das weißwarme Eisen gebracht worden ist, bei dem nun folgenden abermaligen Erhitzen des Eisens erst etwa die kirschrothe Glühhitze erlangt, wenn sich das Eisen schon wieder in der Schweißhitze befindet. Das Erhitzen und darauf folgende Zusammenschweißen müssen schnell und mit Gewandtheit verrichtet werden.

Je mehr der Kohlegehalt des Stabeisens zunimmt, desto schwieriger wird das Zusammenschweißen desselben mit reinem Stabeisen. Je härter und spröder der Stahl ist (vorausgesetzt, daß die Härte und Sprödigkeit nur von Kohle und nicht von fremden Bestandtheilen herrühren), desto geringer ist die Schweißbarkeit, bis endlich ein Zustand des Stahls eintritt, in welchem sie gänzlich aufhört. Ohne Zweifel geschieht dies bei einem bestimmten Gehalte an Kohle, der noch nicht bekannt ist. Der erste Gußstahl, den man in England erzeugte und verarbeitete, ließ sich nicht schweißen, obgleich er die Eigenschaft der Dehnbarkeit besaß, die dem Roheisen abgeht. Er verhielt sich eben so wie der ostindische Gußstahl, oder der Wootz, den man anfänglich auch nicht zu behandeln verstand. Dieser Stahl macht also einen wirklichen Uebergang vom Stabeisen zum Roheisen. Mit dem Stabeisen hat er die Eigenschaft der Dehnbarkeit, nämlich sich im ungehärteten Zustande in der gewöhnlichen Temperatur, im glühenden Zustande aber unter allen Umständen strecken und dehnen zu lassen; mit dem Roheisen die Eigenschaft gemein, im gehärteten Zustande undehnbar und spröde zu sein, sich nur höchst schwierig schweißen zu lassen, in der Schmelzhitze bald flüssig zu werden

und sich in Formen gießen zu lassen. Es scheint, daß es in diesem Zustande nur noch eines geringen Zusatzes von Kohle bedürfe, um den Stahl in Roheisen umzuändern, sowie es nur einer geringen Verminderung des Kohlegehaltes oder auch nur einer andern Vertheilung der Kohle bedürfen würde, um einen solchen unschweißbaren Stahl schweißbar zu machen.

Zu allen Stahlarbeiten, bei welchen Stahl mit Stabeisen zusammengeschweißt werden muß, ist der nicht schweißbare Stahl unanwendbar. Degegen ist er zu solchen Arbeiten, bei denen große Härte, eine bedeutende Festigkeit und schöne Politur ein Haupterforderniß sind, ganz vorzüglich anwendbar. Indeß erfordert er die größte Sorgfalt und eine genaue Kenntniß beim Wärmen und Ausschmieden, weil er in einer zu hohen Hitze zerfährt und sich bei einer zu geringen Hitze nicht verarbeiten läßt, sondern spröde bleibt.

Es ist merkwürdig, daß der Cementstahl, aus welchem ein unschweißbarer, oder doch ein sehr schwer schweißbarer Gußstahl durch Umschmelzen erhalten wird, sich oft sehr leicht, immer aber viel leichter als der Gußstahl, schweißen läßt, da doch bei dem Gußstahle eine größere Schweißbarkeit erwartet werden könnte, in so fern er möglicherweise durch das Umschmelzen etwas Kohle erhalten hätte. Die Ursache ist unbezweifelt in der ungleichartigen Beschaffenheit des Cementstahls zu suchen, welcher immer aus härterem und weniger hartem Stahle besteht, so daß der letztere die Schweißbarkeit befördert. — Dies verschiedene Verhalten des Gußstahls von dem Cementstahl, aus welchem er entstanden ist, wird noch durch eine andere, nicht minder merkwürdige Erscheinung erklärt, daß nämlich die Schweißbarkeit des Gußstahls bedeutend größer wird, wenn der Stahl einer beträchtlichen Glühhitze lange Zeit und anhaltend ausgesetzt wird und dann langsam erkaltet. Derselbe Gußstahl, welcher, in eisernen Gußformen ausgegossen, höchst schwer zu behandeln ist, läßt sich viel leichter schmieden und hat an Schweißbarkeit schon gewonnen, wenn man ihn, ohne allen Luftzutritt, lange und anhaltend glüht. Um die Luft von den verschlossenen Gefäßen, worin das Glühen

vorgenommen werden muß, abzuhalten, kann man sich einer Hülle und Decke von Eisenfeile, oder von einem Gemenge aus zwei Theilen gepülverter Kreide und einem Theil Kohlenstaub bedienen. Durch das Glühen wird die Quantität der Kohle im Stahle weder vermehrt noch vermindert, aber es bilden sich Polycarburete, zu deren Bildung indeß, wenn sie ganz entschieden hervortreten sollen, ein ungleich länger anhaltendes Glühen erforderlich ist, als die Glühhitze, welche man gewöhnlich anwendet, um gehärteten Stahl wieder weich zu machen. Durch das anhaltende Glühen des Gußstahls wird eine andere Vertheilung der Kohle in der Stahlmasse bewirkt, wodurch die weichere Beschaffenheit derselben hervorgebracht wird.

In dem Augenblicke, wo der Stahl nicht allein schweißbar, sondern auch dehnbar zu sein aufhört, erhält er den Namen Roheisen. Vom Gußstahle glaubte man sonst, daß er sich nicht schmieden lasse, sondern sogleich in die Form, welche er erhalten soll, gegossen werden müsse. Sobald er aber im glühenden Zustande keine Dehnbarkeit mehr besitzt, hört er auf Stahl zu sein, weil die Dehnbarkeit der einzige Unterscheidungscharakter des Stahls vom weißen Roheisen ist.

Durch den Mangel an Schweißbarkeit unterscheidet sich zwar der harte Stahl vom Stabeisen; indeß ist dies kein wesentlicher Charakter. Der dehnbare, aber nicht mehr schweißbare Gußstahl ist von allen Stahlarten der härteste und dichteste, aber auch der sprödeste und besitzt die geringste Festigkeit, weil er sich dem weißen Roheisen am Meisten nähert. Ist man mit der Beschaffenheit des Materials, welches zum Gußstahl genommen wird, genau bekannt, so wird es möglich sein den weichsten und festesten Stahl, der sich dem Stabeisen am meisten nähert, sowie den härtesten und sprödesten Stahl darzustellen, der dem Roheisen am nächsten kommt und sich von demselben nur durch die Dehnbarkeit unterscheidet.

Es ergiebt sich aus diesen Betrachtungen, daß es zweckmäßiger ist, den Gußstahl aus schon vorhandenen Verbindungen des

Eisens mit Kohle darzustellen, als ihn erst aus seinen Bestandtheilen, nämlich aus Stabeisen und Kohle, durch Zusammenschmelzen beider Körper zusammenzusetzen. Außer dem Vortheile, daß man geringere Grade der Temperatur anwenden kann, läßt sich die Beschaffenheit des zu erzeugenden Gußstahls aus den bekannten Eigenschaften des umzuschmelzenden Stahls berechnen, und man kann mit ziemlicher Zuverlässigkeit bei dem Produkte die Eigenschaft voraussetzen, welche es der Berechnung nach bekommen soll. Dem schon gebildeten Stahle wird durch Umschmelzen in bedeckten Tiegeln kein Kohlenstoff entzogen, sondern die Verbindung des Eisens mit Kohle wird nur noch inniger und gleichartiger gemacht, wenn die Masse lange genug fließend bleibt; wogegen es beim Zusammenschmelzen des Eisens mit Kohle sich unmöglich bewirken läßt, alle angewendete Kohle mit dem Eisen in gleichartige Verbindung zu bringen.

Das natürlichste Material zur Gußstahlbereitung ist also Stahl. Von der Beschaffenheit des anzuwendenden Roh- oder Cementstahls wird die des Gußstahls im Allgemeinen abhängig sein, aber er wird gleichartiger und bei gleicher Härte fester und zugleich dichter werden, als er es in dem Zustande vor dem Umschmelzen war. Die Schweißbarkeit des darzustellenden Gußstahls hängt von dem Verhältnisse der Kohle, also davon ab, ob das umzuschmelzende Material mehr roh- als stabeisenartig war. Eine sachkundige und verständige Auswahl des umzuschmelzenden Stahls ist folglich das erste und wesentlichste Erforderniß, wenn die Gußstahlfabrikation gelingen, und wenn der darzustellende Gußstahl die verlangte Beschaffenheit erhalten soll. Eine andere, nicht minder wesentliche Bedingung zur Darstellung eines guten Gustahls, — er mag die Schweißbarkeit in einem geringeren oder höheren Grade, oder auch gar nicht besitzen, — besteht darin, eine gleichartige Masse durch die Schmelzung darzustellen. Durch die Gleichartigkeit zeichnet sich der englische Gußstahl noch immer sehr vortheilhaft vor dem französischen und dem deutschen Gußstahle aus, und die mehrsten Mängel dieser Gußstahlarten

entspringen nur allein aus seiner Ungleichartigkeit. Der vollkommen flüssige Zustand des geschmolzenen Stahls allein ist nicht hinreichend, die Gleichartigkeit zu bewirken, sondern es ist auch ein wiederholtes Umrühren des flüssigen Metalles, während es sich in der höchsten Schmelzhitze befindet, durchaus erforderlich.

Die Schmelzung geschieht in Tiegeln und zwar auf ähnliche Art, wie die Umschmelzung des Roheisens beim Tiegelguß. Die Hitze muß aber größer, folglich der Zug des Ofens stärker sein. Man wendet zweierlei Arten von Oefen an: entweder die gewöhnlichen Tiegelöfen, bei denen der Tiegel mit glühenden Koaks unmittelbar umgeben ist; oder Flammöfen, welche nach Art der Glasöfen construirt sind.

Am häufigsten bedient man sich der Tiegelöfen, denen man unter dem Roste einen möglichst starken Luftzug verschaffen, und bei welchen man die Flammen, zur Verstärkung des Zuges, in eine hohe Esse leiten muß. Holzkohlen sind zur Schmelzung wenig anwendbar, weil sie, bei gleichem Volum mit den Koaks zu wenig Hitze geben, also sehr tiefe Oefen, vom Fuchse oder vom Flammenableitungskanale bis zum Roste gerechnet, erfordern, auch ein zu häufiges Nachschütten von Kohlen nothwendig machen, welches bei der Arbeit unbequem ist und einen großen Aufwand von Zeit und Kohlen zur Folge hat.

Schneller und sicherer, auch wegen des nicht so häufigen Nachschüttens bequemer, ist die Anwendung von Koaks. Statt der Tiegelöfen mit einem natürlichen Luftzuge und mit hohen Essen, lassen sich auch Tiegelöfen mit Gebläse anwenden und vielleicht mit einem noch besseren Erfolge. Die Oefen mit natürlichem Luftzuge sind indeß bis jetzt noch die gebräuchlichsten bei der Gußstahlbereitung.

Die Schächte der Oefen sind nur so groß, daß ein Tiegel mit einem Male eingesetzt werden kann, um die Hitze mehr zusammenzuhalten und auf allen Punkten gleich stark wirken zu lassen. Man giebt den Oefen gewöhnlich solche Stellung, daß der höchste Punkt des Gewölbes oder der Kuppel in derselben Sohle

liegt, wie die Hüttenräume, um das Ausgießen der gefüllten Tiegel bequemer verrichten zu können. — Wir werden diese Vorrichtungen weiter unten näher kennen lernen.

Wenn die Schmelzung nicht bei Gluthfeuer, sondern bei Flammenfeuer geschehen soll, so wendet man kleine Flammenöfen an, deren Herd durch einen in der Mitte befindlichen Rost in zwei Theile getheilt sein kann. Auf jeder Seite des Rostes werden zwei Tiegel gestellt, so daß ein solcher Flammenofen vier Tiegel enthalten kann. Das Einsetzen und Herausnehmen der Tiegel geschieht durch Oeffnungen, die in den Seitenmauern des Ofens angebracht sind, und welche beim Gange des Ofens mit einer verlorenen Ziegelwand zugemauert werden. Die Feuerung wird mit Steinkohlen verrichtet, weil das Holz einen sehr breiten Rost erfordern und nicht Hitze genug geben würde. In den beiden Seitenwänden des Ofens, in welchen sich keine Oeffnungen zum Einsetzen und Herausnehmen der Tiegel befinden, müssen niedrigere oder höhere Essen (Kanäle) vorhanden sein, welche die Flamme aus dem Ofen in die Kuppel leiten, damit die Tiegel auf allen Seiten von der Flamme umspielt werden. In der Kuppel des Ofens befindet sich zwar ebenfalls eine Oeffnung zum Abziehen der Flamme; indeß darf diese nicht zu groß sein, damit die Flamme nicht aus derselben vorzugsweise abziehe, sondern genöthigt werde, durch die in den Seitenmauern des Ofens befindlichen Kanäle auszuströmen. Alle Oeffnungen zum Abziehen der Flamme können sich auch oben in der Kuppel vereinigen und dort, zur Verstärkung des Zuges, eine hohe gemauerte Rauchröhre oder Feueresse erhalten.

Das Tiegelschmelzen in solchen Flammenöfen erfordert viel Gewandtheit beim Herausnehmen und Ausgießen der Tiegel; auch geht beim Oeffnen und Vermauern der Seitenwände des Ofens viel Zeit verloren, weßhalb diese Oefen wenig anwendbar und dabei zugleich sehr unbequem sind. Sehr strengflüssiger Stahl läßt sich bei Flammenfeuer nur schwierig in Fluß bringen, weßhalb man bei den schweißbaren, also weniger kohlehaltigen und

daher strengflüssigeren Stahlarten Gluthfeuer anwenden muß. Außerdem leiden die Tiegel in dem Flammenstrome, der das Reißen und Springen derselben in einem höheren Grade veranlaßt, als wenn sie überall von den glühenden Koaks umgeben sind.

Ein wichtiger Gegenstand bei der Gußstahlfabrikation ist die Beschaffenheit der Tiegel. Am dauerhaftesten und haltbarsten in der starken Hitze und bei der großen Temperaturveränderung beim Ausnehmen aus dem Ofen sind die Kohlen- oder Graphittiegel, oder die sogenannten Ipser Tiegel. Wo man diese aber nicht wohlfeil erhalten kann, muß man Tiegel aus feuerbeständigem Thone anwenden und die Thonmasse mit alter Tiegelmasse, oder mit vorher gebranntem feuerfesten Thone versetzen, damit sie nicht so stark schwinde oder zerspringe. Eine empfehlenswerthe Tiegelmasse besteht aus 2 Theilen feuerfestem Thone und 1 Theil zerpülverten Koaks, oder noch besser aus 2 Theilen Thon und 1 Theil Graphit. Die Thontiegel müssen vor der Anwendung möglichst stark gebrannt sein, damit die fehlerhaften schon vor dem Gebrauche ausgeschieden werden können.

Praktische Hüttenleute versichern, daß die Thontiegel, welche nach Art der Aschenkapellen mit einem Futter, nämlich mit einem Mönch und einer Nonne, angefertigt werden, dauerhafter, dichter und zu mehreren Schmelzungen brauchbar sein sollen, als die Tiegel, welche aus freier Hand gearbeitet sind. Das Eindrücken des Mönchs in die in der äußeren eisernen Form befindliche Thonmasse erfordert indeß eine starke Kraftanstrengung und läßt sich ohne eine Presse kaum bewirken.

Die Größe der Tiegel ist willkührlich und kann daher sehr verschieden sein. Man pflegt sie aber nicht größer als etwa 5 Zoll oben im Durchmesser und 10—15 Zoll hoch zu machen, so daß man 50—60 Pfund Stahl einsetzen und schmelzen kann.

Aus dem Flusse, mit welchem die zu schmelzende Masse bedeckt wird, hat man sonst ein großes Geheimniß gemacht. Es ist indeß einleuchtend, daß der Fluß (oder die Decke für den geschmolzenen Stahl) solche Eigenschaften besitzen muß, daß er dem

Stahle weder fremdartige Bestandtheile mittheilt, noch demselben Kohle entzieht. Reines Glas, welches zur Beförderung des Flusses mit etwas Borax versetzt sein kann, wird die beste Decke abgeben. Nothwendig ist der Fluß oder die Decke überhaupt nicht, sobald die Tiegel durch die Deckel gehörig dicht verschlossen und dadurch gegen das Hineinfallen von Kohlen gesichert sind. Der Fluß ist sogar beim Ausgießen des Stahls aus den Tiegeln in die Formen sehr hinderlich, und daher ist es am Besten, keinen Fluß anzuwenden.

Die Schmelzhitze muß zuerst nicht zu stark gegeben werden, damit die Tiegel nicht schnell in Hitze kommen und springen. Vorzüglich ist dahin zu sehen, daß die Tiegel zuerst unten stärker als oben erhitzt werden, damit die untere Masse in Fluß komme. Wie lange die Schmelzung fortzusetzen ist und wie oft Koaks nachgefüllt werden müssen, hängt vom Zuge des Ofens, sowie von der Schmelzbarkeit des Stahls ab, indem der schweißbare Gußstahl strengflüssiger ist, als der nicht schweißbare. Die Erfahrung ist hier die sicherste Führerin. In manchen Fällen wird eine mehrere Stunden lang fortgesetzte Schmelzhitze nöthig sein. Immer muß die Masse vollkommen tropfbar flüssig sein und sich mehrere Stunden lang in diesem Zustande befunden haben, ehe sie umgerührt, dann wieder stark erhitzt und ausgegossen wird.

Die Tiegel mit der geschmolzenen Masse werden mit zweckmäßig eingerichteten Bauchzangen aus dem Ofen genommen und der geschmolzene Stahl wird dann in eiserne Formen, welche gewöhnlich vier- oder achteckig und aus mehreren Stücken, welche auseinander genommen werden können, zusammengesetzt sind, ausgegossen. Die Stahlbarren haben das Ansehen von vier- oder achtkantigen Stäben, welche demnächst mit Sorgfalt ausgeschmiedet und weiter verarbeitet werden.

Die Formen müssen nicht größer sein, als nöthig ist, um den geschmolzenen Stahl aufzunehmen. Auch wird die Oberfläche des Stahls oben beim Einguße sogleich mit Thon, oder mit fetter Erde bedeckt, damit der Stahl beim Erkalten nicht blasig und löchrig werde.

Daß der Luftzug beim Ausheben der Tiegel aus dem Ofen gänzlich gehemmt sein muß, versteht sich von selbst.

Will man einen Fluß zur Decke für den Stahl anwenden, so muß man, nach Clouet's Erfahrungen, nicht die Bestandtheile des Glases, sondern das Glas selbst nehmen, weil Kali und Kieselerde andere Wirkungen hervorbringen, wenn sie auch ganz in denselben Verhältnissen angewendet werden, in welchen sie sich im Glase befinden. Beide Körper scheinen sich, wenn sie vorher nicht zu Glas geschmolzen sind, zum Theil mit dem Stahle zu verbinden und denselben spröde zu machen.

In England wendet man immer nur Cementstahl und in denjenigen Fabriken, in welchen der Cementstahl als solcher bearbeitet wird, gewöhnlich die Enden von den cementirten Stahlstäben zur Gußstahlfabrikation an. Diese Enden sind gewöhnlich stärker gebrannt oder cementirt, als die Stäbe in der Mitte, weßhalb sie einen sehr spröden, unbrauchbaren Cementstahl geben würden, welcher sich zu nicht schweißbarem Gußstahle vortrefflich benutzen läßt. Bei der allgemeinen Anwendung, welche der Gußstahl in jenem Lande gefunden hat, wird die Benutzung des Cementstahls immer mehr beschränkt und in den mehrsten Werkstätten wird daher nur Cementstahl bereitet, um Gußstahl daraus anzufertigen. In Deutschland wendet man häufig Schmelzstahl an.

In England befolgt man, namentlich in Yorkshire, bis auf einige wenige Nüancen, im Allgemeinen das nachstehende Verfahren:

Schmelzofen. Es ist dieß ein Tiegelofen mit natürlichem Luftzuge, der in jeder seiner Abtheilungen (Oefen) 2 Schmelztiegel, worin der Stahl, gegen die Verbrennungsgase geschützt, erhitzt wird, aufnimmt, und welcher in Fig. 19 abgebildet ist.

Fig. 19 ist ein verticaler Durchschnitt des Ofens durch dessen Feuerungsthür und zugleich durch einen Theil des zugehörigen Gebäudes.

Die Oefen befinden sich in dem Raume des Gebäudes zwi-

schen den Widerlagern der Gurtbögen, welche den aus 2½ Zoll

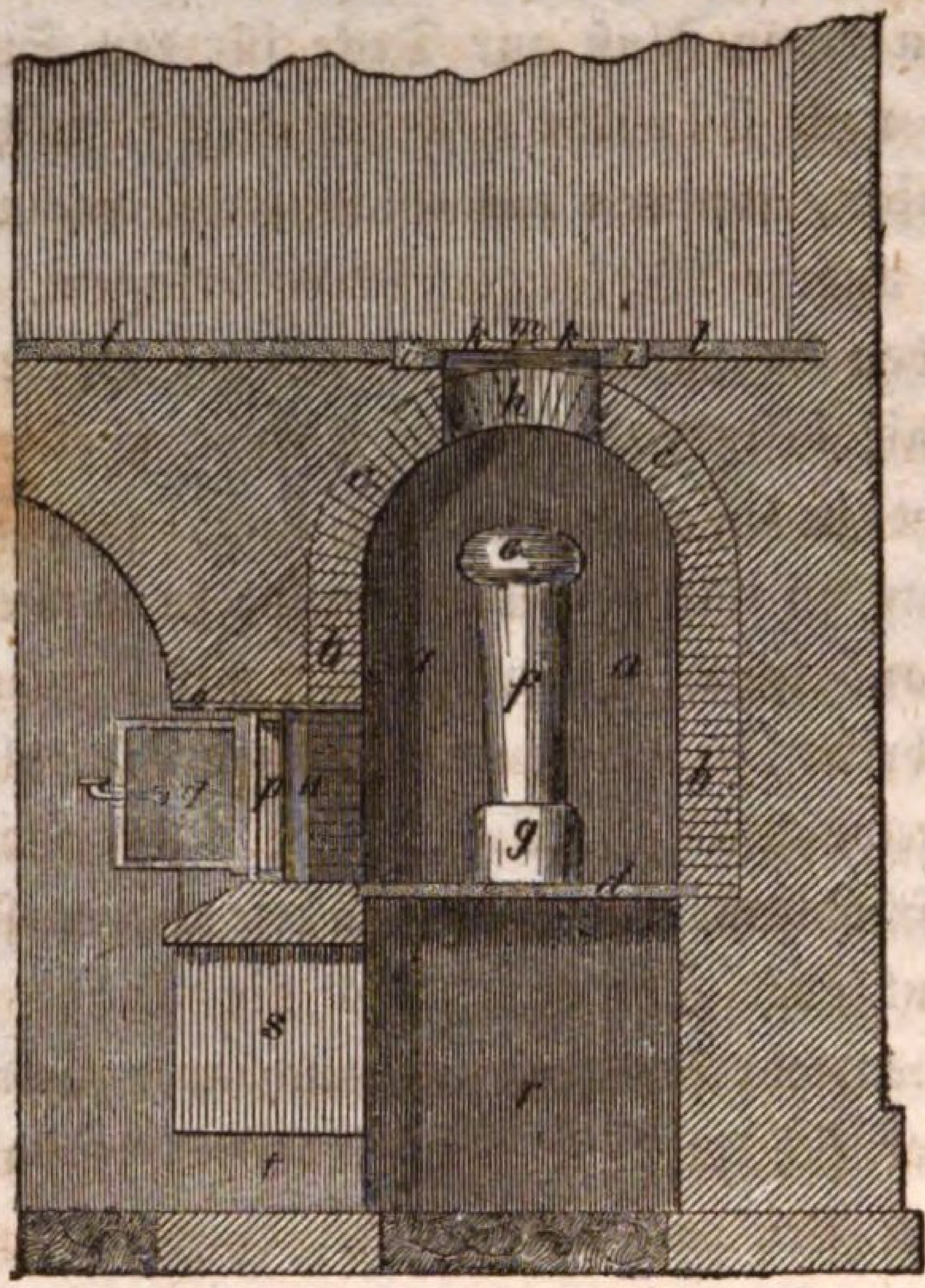


Fig. 19.

starken gußeisernen Platten bestehenden Fußböden der oberen Etage tragen. Es ist a der halbkreisförmig überwölbte Ofenraum, dessen inneren Wände b, sowie das Gewölbe c aus feuerfesten Ziegeln bestehen, d ist der gußeiserne Rost, über welchem der mit einem Verschlußdeckel e versehene Schmelztiegel f auf dem Fuße g steht. Der Ofen erhält oben im Scheitel des Gewölbes eine 22 Zoll weite, runde Oeffnung, h, die in dem Fußboden e der darüber befindlichen Etage mit einem gußeisernen Rahmen, i, eingefaßt ist, in dessen Falz ein gußeiserner mit einer kleinen Oeffnung, m, versehener Deckel, k, eingelegt wird. Durch die Oeffnung h wird der Schmelztiegel mittelst einer weiter unten abgebildeten Zange in den Ofen eingesetzt und aus dem Ofen wieder herausgenommen. Vor der Schüröffnung n, welche mit einer gußeisernen Platte, o, überdeckt und mit dem gußeisernen Rahmen p versehen ist, befindet sich die gußeiserne Feuerungs-

thür q, welche mittelst einer Klinke verschlossen wird, r ist der Aschenfallraum, in welchen die äußere Luft durch die Oeffnung s eingeführt wird. Unter der Oeffnung s dient die breitere Oeffnung t zum Herausziehen der Koaksasche.

Selbst die feuerfesten Ziegel würden der außerordentlich hohen Temperatur der Stahlschmelzöfen nicht widerstehen können. Man bildet demnach die Wände dieser Oefen aus einem sehr dichten, im Bruche feinkörnigen und aus reinem Quarz gebildeten, daher ausgezeichnet feuerbeständigen Sandstein, Kannister genannt. Da dieser Sandstein, seiner Härte wegen, mit Vortheil zum Aufschütten der meisten in der Nähe befindlichen Straßen verwendet wird, so sammelt man sorgfältig den Staub und Koth dieser Straßen, und diese pulverige Masse, welche im Wesentlichen aus Quarz besteht, der mit einer Spur thierischer Materie und mit jenem feinen Kohlenpulver gemengt, vorkömmt, womit der Boden aller Fabriksdistricte Großbritanniens imprägnirt ist, ist ebenso feuerbeständig, wie der Sandstein selbst und gestattet eine wohlfeilere Anwendung, weil die bei Anwendung des Steines zum Zuhauen nöthige Handarbeit wegfällt. Um die Ofenwände nach Entfernung der beschädigten Theile wieder in guten Zustand herzustellen, braucht man nur das besagte pulverige feuerfeste Material etwas zu befeuchten und den damit breiten Raum auszufüllen, der zwischen dem festen Mauerwerke und einem centralen Kerne von Holz enthalten ist, dem man genau die Gestalt und Stellung des Herdes giebt. Wo dieses pulverige Material nicht in guter Qualität vorhanden ist, muß der besagte Sandstein angewendet werden, und in diesem Falle werden die Wände, welche mit dem Brennstoffe in Berührung sind, in einer Dicke von 4,1 Zoll aus entsprechend zugehauenen und durch etwas Lehm vereinigten Sandsteinen gebildet. Der dann zwischen dieser Sandsteinwand und dem fixen Mauerwerke noch frei bleibende Raum von 6,4 Zoll Dicke wird mit befeuchtetem Straßenstaub mittlerer Beschaffenheit ausgefüllt.

Allgemeine Einrichtung und Dimensionen einer Schmelzhütte. Die Einrichtung der Oefen, die niemals ein-

zeln vorkommen, ist in allen Hütten die nämliche. Die Zahl der nebeneinander gesetzten Oefen ist nie geringer als 4 und selten größer als 10. Die Essen sind alle in einem 3,22 Fuß dicken Mauerwerke vereinigt, wo ihre geradlinigen Achsen in einer und derselben Ebene liegen. Die Achsen je zweier aneinander stoßender Essen sind 31,15 Zoll von einander entfernt. Die oben in jedem Ofen vorhandene Oeffnung mündet im Boden (der Sohle) der Schmelzhütte, welcher 3,79 Fuß über dem Niveau des Hofes (Erdreiches) liegt, und in welcher aus der eigentlichen Schmelzhütte eine Bogentreppe hinabführt. Während des Schmelzprocesses sind die besagten oberen Oeffnungen der Oefen mit Deckeln geschlossen, welche aus breiten, mittelst Druckschrauben in einem eisernen Rahmen festgehaltenen Ziegeln gebildet sind. Die ganze Hütte hat in der Regel die Gestalt eines Rechteckes; die Länge der einen von dem Essengemäuer gebildeten Seite dieses Rechteckes wird durch die Anzahl der Oefen bestimmt. In einer Hütte mit zehn Oefen beträgt diese Länge 26,22 Fuß.

Unmittelbar unter dem Hüttenraume befindet sich immer ein gewölbter Keller, dessen Sohle (Grund), die sich im gleichen Niveau mit der Sohle des Aschenraumes der Oefen befindet, 44,87 Fuß unter dem Boden des Hofes (Erdreich) liegt. Zu beiden Seiten der Schmelzhütte befinden sich zwei kleine Magazine im gleichen Niveau mit dem Hofe. Das eine dient zur Deponirung der Koaks und des feuerfesten Thones. Auch werden hier die Schmelztiegel verfertigt. In dem andern Magazine werden die zur Fabrikation nöthigen Rohstoffe und die Fabrikationsprodukte aufbewahrt; auch wird hier der rohe Stahl zerschlagen. In dieses letztere Magazin hinein verlängert sich auch der Boden (die Sohle) der Schmelzhütte zu einem kleinen Ofen hin, worin die Schmelztiegel zur Rothgluth erhitzt werden, bevor man sie in die Schmelzöfen einsetzt. Zwei Treppen gestatten die Koaks und den Cementstahl aus den Magazinen unmittelbar zu den Oeffnungen der Schmelzöfen zu bringen. Eine andere Stiege setzt den Keller mit dem Stahlmagazine in Combination und erleichtert, da sich während des Schmelzens hier häufig die Arbeiter

aufhalten, die Ueberwachung des Rostes, die keinen Augenblick unterlassen werden darf.

Eine andere Treppe, die unter der Bogen- oder Freitreppe hingeht und zu welcher ein Fenster führt, trägt dazu bei, daß unter das Gewölbe Luft und Licht gelangt.

Schmelztiegel. Die Tiegel, worin der Stahl geschmolzen wird, machen einen wichtigen Theil des Materials aus, und es bedurfte einer langen Reihe von Versuchen, bis man die Formen und Dimensionen der Tiegel fand, bei welchen der geringste Brennstoffverbrauch und der kleinste Abgang an Stahl stattfindet. Daß diese Fragen heutzutage vollkommen in's Reine gebracht sind, zeigt die beinahe völlige Gleichförmigkeit und Uebereinstimmung, die man in dieser Beziehung in allen Hütten findet.

Die Tiegel bestehen im Wesentlichen aus feuerfestem Thone aus der Gegend von Stourbridge (Worcestershire), welcher in den metallurgischen Werkstätten Großbritanniens die nämliche Rolle spielt, wie der Thon von Forges im nördlichen Frankreich und der von Andenne in Belgien. Da jedoch dieses Material, wegen der beträchtlichen Entfernung, aus der es kommt, in Sheffield ziemlich hoch im Preise ist, so mengt man es gewöhnlich zur Hälfte mit einem Thone geringerer Qualität aus der Nähe von Sheffield. Man setzt ferner dem Gemenge etwas Koakspulver und gepulverte Scherben unbrauchbar gewordener Tiegel zu und bildet aus dem Ganzen einen gleichartigen und sehr compakten Teig.

Eigenschaften des Thons zu Schmelztiegeln. Nach comparativen Versuchen eines geschickten Fabrikanten in Sheffield, welcher die erhaltenen Resultate mitgetheilt hat, eignet sich der Thon von Stourbridge besser für die Schmelztiegel, als alle anderen Arten feuerfesten Thones Großbritanniens und des Continents. Er konnte keinen Thon finden, der nach einander folgenden Schmelzungen widerstand, während Tiegel aus Thon von Stourbridge oft sechs Schmelzungen aushalten. Es schien interessant, die Ursache dieser Superiorität aufzusuchen. Der Thon von Stourbridge wird, an einem trockenen Orte aufbe-

wahrt, zu einer consistenten Masse, die sich schwer mit der Hand zerdrücken läßt, selbst schwachen Hammerschlägen widersteht, sich mit dem Nagel ritzen läßt und, mit dem Messer zerschnitten, eine gewisse Politur oder Glätte annimmt. Er hat eine dunkelschwarzbraune Farbe und sein Bruch zeigt auffallend zweierlei Aussehen: gewisse Theile sind matt und erdig, dabei ziemlich eben und weich anzufühlen, und die andern sind hingegen glatt, glänzend und erinnern an das Aussehen der glänzenden Flächen, welche gewisse faserige Brauneisensteine zeigen. Er läßt sich im Mörser sehr leicht pulverisiren und besteht, wenn man ihn nachher durch ein Seidensieb passirt, großentheils aus beinahe unfühlbaren Partikelchen. Seine Masse ist vollkommen homogen, denn wenn man sie wäscht und die zurückgebliebenen Fragmente dann in einem Porphyrmörser zerreibt, so erhält man ein unfühlbares Pulver, das mit dem durch das Waschen abgesonderten Pulver ganz identisch ist. Der trockene Thon absorbirt sehr schnell Wasser, wenn man ihn damit in Berührung bringt, und er zerfällt dann leicht bei Anwendung von Druck, bildet aber keinen Teig, wie die fetten Thonarten, die in der Glasfabrikation zu Tiegeln verwendet werden. Der Thon von Stourbridge enthält keine andern fixen Bestandtheile, als Kieselerde und Thonerde: es fand sich darin auch nicht die geringste Spur von alkalischen Erden oder Metalloxyden. Er unterscheidet sich übrigens von den meisten andern feuerfesten Thonarten durch ein großes Verhältniß der Thonerde, die er enthält. Die erdige Masse, welche im Wesentlichen den Thon ausmacht, ist innig mit einem brennbaren Stoffe gemengt, der beim Calciniren (Glühen) in verschlossenen Gefäßen einen kohligen Rückstand läßt; dieser färbt jedes Partikelchen der erdigen Masse dunkelgrau und verflüchtigt sich nur durch sehr lange fortgesetztes Rösten. Diese so innige Mengung mit Kohlenstoff scheint zur Erhöhung der Feuerbeständigkeit des Thones beträchtlich beizutragen. Der Thon von Stourbridge ist zusammengesetzt aus 0,461 Kieselerde, 0,388 Thonerde, 0,128 Wasser in Verbindung mit flüchtigen brennbaren Stoffen, 0,015 Kohle, erzeugt durch Calciniren in einem geschlossenen Gefäße.

Der Thon von Stannington zeigt beinahe die nämlichen äußeren Charactere, wie der von Stourbridge; nur ist seine Farbe weniger dunkel. Er ist auch nicht so homogen, indem man durch Wasser leicht glänzende Glimmerblättchen absondern kann; er ist auch noch weniger wie der Thon von Stourbridge geneigt, mit Wasser einen Teig zu bilden. Im geschlossenen Gefäße calcinirt, giebt er einen dunkelgrauen Rückstand, aber das Rösten macht diese Farbe nicht verschwinden und verursacht keinen Gewichtsverlust. Er war zusammengesetzt aus 0,420 Kieselerde, 0,409 Thonerde, 0,001 Bittererde, 0,013 Kalk, Spuren von Eisenoxyd und 0,147 gebundenem Wasser. Das Gemenge beider Thonarten, das man auch zur Tiegelfabrikation verwendet, besteht für jeden Tiegel aus 5,22 Kilogr. (1 Kil. = 57 Loth) getrocknetem und pulverisirtem Thone von Stannington, 5,43 Kilogr. pulverisirten Tiegelscherben und 0,05 Kilogr. Koakspulver. Man befeuchtet diese Materialien mit der zur Erzeugung eines zusammenhängenden Teiges, der die ihm gegebene Form behält, nöthigen Wassermenge. Ist der Tiegel auf die im Folgenden angegebene Weise geformt und in mäßiger Rothglühhitze gebrannt worden, so sieht man im Bruche deutlich, wie die nebeneinander liegenden erdigen Theilchen und die kleinen Koaksüberreste durch ein graues, thoniges Cement vereinigt sind. Diese Bestandtheile hängen nur schwach zusammen und zerfallen durch den Hammerschlag leicht in Pulver. Das Gewicht eines geglühten Tiegels war im Mittel 9,08 Kilogr. oder 16 Pfd. 6 Loth. Hat der Tiegel bereits zum Stahlschmelzen gedient, so zeigt sich seine Textur (Gefüge) vollkommen verändert. Der Teig ist in ein glasiges Email von außerordentlicher Härte, so daß es von der Feile nicht angegriffen wird, umgewandelt, hat eine sehr dunkle, schwarze Farbe, die sich nur durch geringern Glanz von jener der eingekneteten Koaksfragmente unterscheidet. Das glasige Gefüge tritt immer mehr hervor, und die Poren werden immer weniger und kleiner (mikroskopischer), je länger der Tiegel der Stahlschmelzhitze ausgesetzt bleibt. Bei einem Tiegel, der versuchsweise während fünf Schmelzungen dieser Hitze ausgesetzt

belassen worden, war die erdige Materie in ein schwarzes, sehr verglastes und homogenes Email umgewandelt, welches, aus dem Ofen kommend, sich streckbar zeigte, wie halb erkaltetes Glas.

Art, die Tiegel zu verfertigen. Die Fabrikation der Stahlschmelztiegel erfordert weniger Handarbeit, als jene der Tiegel, die in den Glas- und Zinkhütten angewendet werden. Sie geschieht mittelst Formen, deren eine man in Figur 20 sieht. aa ist ein innerlich sorgfältig und rein ausgebohrter, nach oben sich etwas erweiternder und an beiden Enden offener Cylinder aus Gußeisen und von gleicher Höhe mit den zu fabricirenden Tiegeln. bb ist ein gußeiserner Sockel (Bodenplatte), der in einen Holzklotz fest eingelassen und mit einer cylindrischen Vertiefung versehen ist, in welche das untere Ende des Cylinders aa eingepaßt wird. Im Mittelpunkte hat der Sockel eine Vertiefung zur Aufnahme des untern Endes des Kernes cc aus sehr hartem und schweren Holze (wie es die tropischen Gegenden liefern), der die innere Gestalt der zu erzeugenden Tiegel hat, und durch den eine starke eiserne Achse hinabgeht, deren unteres Ende in der besagten Vertiefung im Centrum des Sockels ruht, während das obere Ende einen abgerundeten Kopf trägt, der die Bestimmung hat, Schläge eines schweren Hammers zu empfangen. Ueber dem Holzkerne cc befindet sich eine kreisrunde gußeiserne Scheibe, ee, die einen gleichen Durchmesser mit dem obern Ende des Cylinders aa hat. Wird nun das untere Ende der Achse d des Kernes cc in die dafür bestimmte Vertiefung des Sockels eingeführt, so bleibt zwischen dem Kerne cc in der Form aa ein leerer Raum, welcher genau die Gestalt hat, die man dem Tiegel geben will.



Fig. 20.

Um nun einen Tiegel zu formen, überzieht der Arbeiter zuerst die zwei Theile Formen mit einer Schicht Oel, setzt dann

den Cylinder aa in den Sockel bb ein (wie es die Fig. 20 zeigt), bringt hierauf in den Cylinder die oben angegebene Menge (10,92 Kilogr.) des Thonteiges und drückt in die Mitte dieses Teiges den Kern cc so ein, daß seine Achse stets vertikal bleibt und mit der Achse des Cylinders aa zusammenfällt. Wenn der Widerstand des Thones endlich so groß wird, daß ihn der Arbeiter durch bloßen Druck nicht mehr gewältigen kann, so treibt er den Kern vermittelst eines mit beiden Händen geführten Hammers so lange weiter ein, bis das untere Ende der eisernen Achse dieses Kernes in die für dasselbe bestimmte Vertiefung im Sockel b eingedrungen und die oben am Kerne befindliche runde Eisenscheibe in die obere Oeffnung des Cylinders hineingetreten ist, wie man dies Alles in Fig. 20 sieht. Um den geformten Tiegel aus der Form herauszunehmen, braucht man nur den Kern herauszuziehen, das im Boden des Tiegels durch die eiserne Achse d des Kernes gebildete Loch zu verstopfen, den Cylinder a mit dem darin befindlichen Tiegel, aus dem auf seiner Unterlage unverrückbar befestigten Sockel bb herauszunehmen, den Boden des Tiegels auf eine kreisrunde Scheibe von Holz, (Fig. 21), welche einen etwas kleinern Durchmesser als der Tiegelboden hat und von einer eisernen Stange, getragen wird, zu stellen und den Cylinder aa vorsichtig zu halten, so sinkt dieser durch sein eigenes Gewicht hinab und läßt den Tiegel isolirt auf der Scheibe stehend zurück. Der Arbeiter vollendet hierauf die Form des Tiegels dadurch, daß er ihn oben durch einen gelinden Druck verengt und ihm so die in Fig. 22 genau dargestellte Gestalt giebt. Der Tiegel hat demnach seine größte Weite 1 Decimeter (3 Zoll 11 Linien) unter seiner Mündung. Sein größter äußerer Durchmesser beträgt 19 Centimeter (7,1 Zoll), und der correspondirende innere Durchmesser beträgt 16 Centimeter (6 Zoll). Der äußere Durchmesser der Mündung ist 17 Centimeter 6 Zoll (4 1/2 Linien). Die Dicke



Fig. 21.



Fig. 22.

der Tiegelwand nimmt allmälig von 3 Centimeter oder 6,3 Linien (Dicke am obern Rande) ab. Die Untersätze (Untersetzer), auf welche die Tiegel beim Schmelzen gestellt werden, sind kleine Cylinder (in Fig. 22) von 13 Centimeter (4,9 Zoll) Durchmesser und 8 Centimeter ($3^1/_2$ Zoll) Höhe, und die größte Dicke der gegen die Mitte etwas gewölbten Deckel der Tiegel ist 4 Centimeter (1,8 Zoll).

Es ist wesentlich, daß die Tiegel nur sehr langsam das beim Formen zugesetzte Wasser verlieren; man läßt sie deßwegen auch einige Tage in dem Lokale, wo sie geformt werden, stehen und stellt sie nachher auf Gestellen mit mehreren Etagen auf, die an den Mauern der Schmelzhütte, wo wegen der Nähe der Schmelzöfen eine ziemlich hohe Temperatur herrscht, befestigt sind.

Die Verfertigung der Tiegel ist eine sehr mühselige Arbeit, und ein guter Arbeiter bringt mit 108 Tiegeln, die eine Schmelzhütte mit 10 Oefen beim stärksten Betriebe jede Woche braucht, wenigstens 6 Tage zu, und es ist unbegreiflich, warum man in einem Lande, wo die Handarbeit so theuer ist, diese Arbeit nicht schon lange durch eine Maschine vermindert hat, deren Einrichtung sich von selbst aufdringt, und bei welcher der Kern in die Thonmasse durch eine Schraubenspindel eingedrückt werden könnte, welche durch eine mit dem Sockel unveränderlich verbundene Mutter ginge.

Gießform zum Gießen des geschmolzenen Stahles. Wenn der Stahl geschmolzen und flüssig geworden ist, so wird er in gußeiserne Formen (Fig. 23) gegossen, die am obern Ende offen, am untern hingegen geschlossen sind und aus zwei Theilen bestehen, die ineinander passen, und die, während der Stahl eingegossen wird, durch Keile zusammengehalten werden, die man mittelst eines Hammers

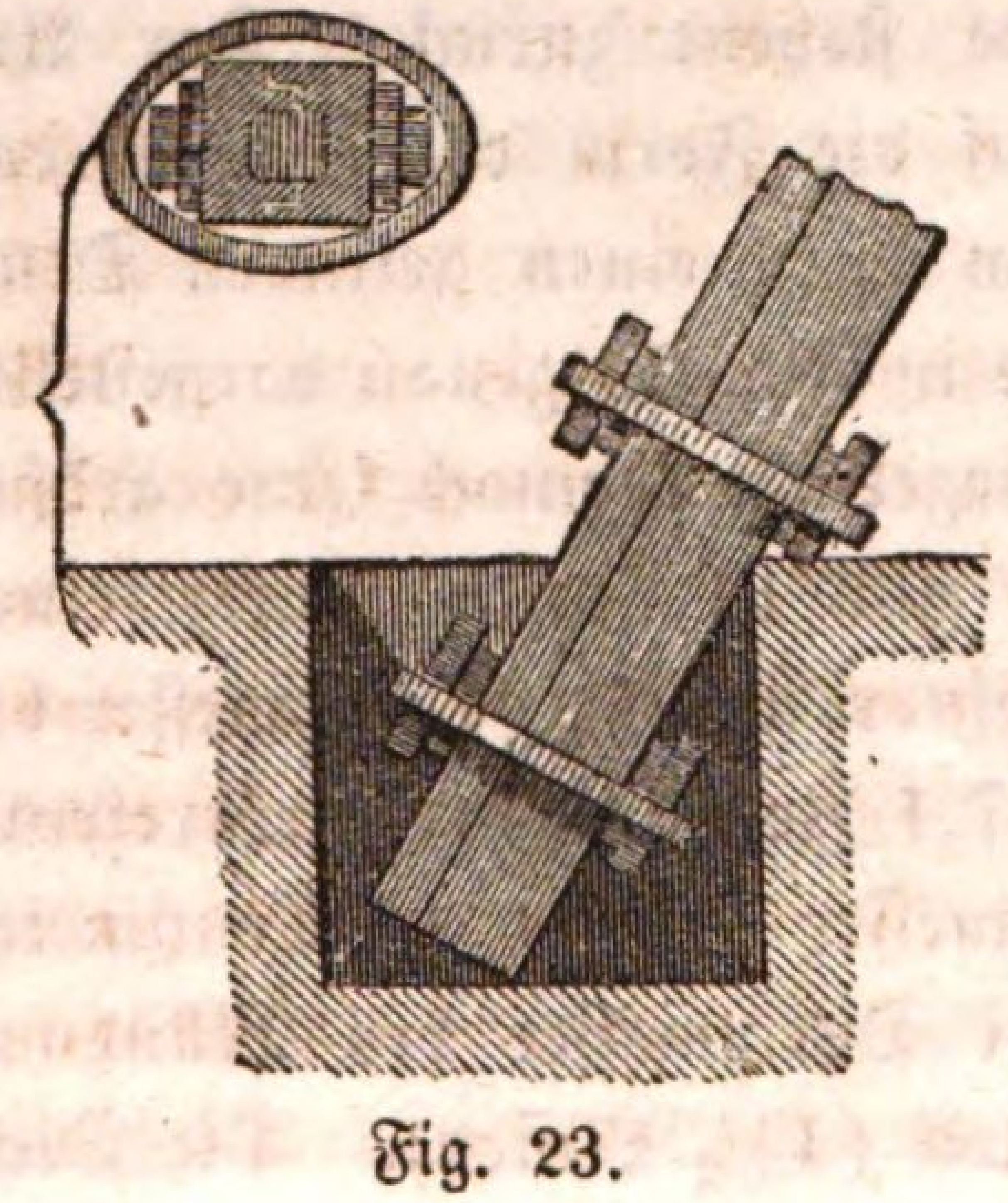


Fig. 23.

zwischen die Gießform und die zwei auf dieselbe aufgesteckten schmiedeeisernen Ringe eintreibt. Die Gestalt der Gießformen variirt etwas in den verschiedenen Hütten und je nach der letzten Bestimmung des durch das Gießen zu erzeugenden Produktes. Gewöhnlich erhält der Gußstahl die Gestalt achteckiger Prismen von 25—30 Quadratcentimetres (9,4—12,1 Quadratzoll) Durchschnitt und 60 Centimetres (2,2 F.) Länge. Die Gießformen werden zum Behufe des Gießens paarweise und gegen den Rand einer kleinen, am Boden der Schmelzhütte angebrachten Grube geneigt aufgestellt, wie Fig. 23 zeigt.

In einer Stahlgießerei sind auch noch nöthig: Zangen zum Herausnehmen der Tiegel aus dem Feuer (Fig. 24) und zum Ein-



Fig. 24.



Fig. 25.

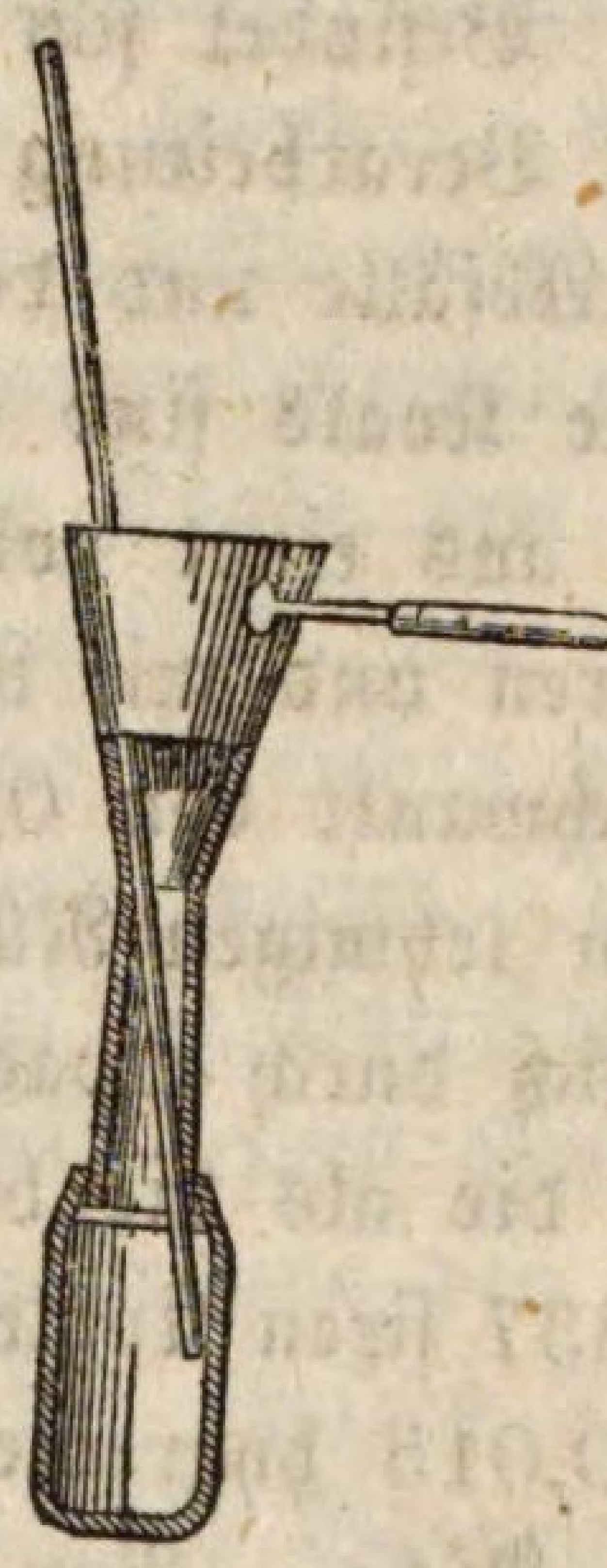


Fig. 26.

gießen des Stahles in die Gießformen (Fig. 25); ein großer Trichter von Eisenblech und eine lange Eisenstange (Fig. 26) zur Beschickung der Tiegel. Ferner Schürstangen zum Reinigen des Rostes und gehöriger Anordnung der Koaksstücke im Ofen; Körbe zum Transportiren und Aufgeben der Koaks, Hämmer zum Zerschlagen der Cementstahlstangen und endlich Schraubstock und andere Werkzeuge, um im Erforderungsfalle die Gießformen zuzurichten.

In Yorkshire werden die Koaks immer außerhalb der Stahlschmelzereien erzeugt und es befindet sich bei jeder Schmelzhütte an dem Gebäude nur noch ein ziemlich großer Hof zur Deponirung der Sandsteine, des feuerfesten Thones, der alten Tiegel und der Ofenschlacken. Es ist gut, wenn in diesem Hofe die Wagen, welche Cementstahl, die Koaks, die feuerfesten Materialien ꝛc. zuführen, umkehren können.

Rohstoffe und Brennmaterial. Der zur Fabrikation des Gußstahls zu verwendende rohe Cementstahl, wird vermittelst des Hammers in Stücke von zweierlei Sorten zerschlagen. Die einen, welche die ganze Breite der Stange behalten, sind um $1\frac{3}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Zoll kürzer als der Tiegel hoch ist, so daß sie in demselben aufrecht gestellt werden können; die andern sind kleine, unregelmäßige, $3\frac{1}{2}$ bis 7 Kubikzoll große Stücke. Befindet sich bei der Stahlhütte eine Werkstatt zur weiteren Verarbeitung des Stahls, so kommen auch stets eine Menge Abfälle und der Ausschuß von der Arbeit in den Tiegel.

Die Koaks sind in den meisten Hütten dicht, sehr hart, bestehen aus einer vollkommen verglasten Masse, die mit kleinen Poren und mit Rissen versehen ist. Ihre mittlere Dichtigkeit schwankt von 0,75 bis 0,92. Eingeäschert hinterlassen sie einen lehmigen Rückstand, der mit Säuren nicht brauset und gewöhnlich durch etwas Eisenoxyd gefärbt ist. Eine Analyse von Koaks, die als die besten zum Stahlschmelzen anerkannt sind, gab 0,837 fixen Kohlenstoff, 0,039 brennbare flüchtige Bestandtheile, 0,015 hygrometrisches Wasser und 0,109 sehr feuerfeste lehmige Asche. Vor der Anwendung werden die Koaks in 60 — 190 Kubikcentimetres (22,5 — 71,2 Kubikzoll) große Stücke zerschlagen. Der Staub und das Koaksklein, welche sowohl durch dieses Zerschlagen entstehen, als auf dem Boden des Magazins zurückbleiben, werden entweder im Schmelzofen zum Anheitzen und in der Zwischenzeit zwischen zwei Schmelzungen derselben Campagne oder in dem Ofen zum Brennen der Tiegel verwendet.

Arbeiterpersonal. — Die Größe des bei einer Stahl-

schmelzerei beschäftigten Personals richtet sich nach der Zahl der im Betriebe erhaltenen Schmelzöfen. Eine Hütte, die 10 Schmelzöfen in vollem Gange erhält, d. h. wöchentlich nur 5 Tage schmelzt, braucht 7—8 Arbeiter, als da sind: a) der Werkführer (Schmelzer, smelter), welcher die ganze Arbeit überwacht, die rohen Stahlstangen mit dem Hammer zerschlägt, die Beschickung für jeden Tiegel herrichtet, den geschmolzenen Stahl in die Formen gießt und an den Reparaturen der Oefen Antheil nimmt u. s. w.; b) zwei Gießer, (Herausnehmer, takers out), denen insbesondere alle beim Gießen erforderlichen Operationen obliegen; sie allein nehmen die Tiegel aus den Oefen und tragen sie dem Werkführer zu; c) der Formenzurichter (mould geter up), welcher dem Werkführer die Gießformen herrichtet und die gegossenen Stangen nach dem Erstarren aus den Formen nimmt; er unterstützt auch die Gießer beim Koaksaufgeben während des Schmelzens; d) der Koakszuträger (coaky), welcher die Koaks in Körbe füllt und in die Schmelzhütte trägt, übrigens ebenfalls die Gießer bei allen ihren Manipulationen unterstützt; e) der Rostüberwacher (boy), ein Knabe von 10—12 Jahren, der sich gewöhnlich im Keller aufhält, um die Gießer davon in Kenntniß zu setzen, wenn das Aussehen des Rostes die erfolgte Durchlöcherung eines Tiegels anzeigt. Oft formt er überdies in einem gußeisernen Model die Untersätze (Untersetzer) für die Tiegel, verkleinert mittelst eines Hammers die Scherben alter Tiegel, welche nach Entfernung der verglasten Theile, wie früher angegeben wurde, der übrigen Tiegelmasse zugesetzt werden; endlich hilft er, wenn die Schmelzöfen nicht im Gange sind, dem Tiegelverfertiger; f) der Tiegelverfertiger, der, wie schon oben gesagt, in einer Hütte, die 10 Schmelzöfen in voller Thätigkeit erhält, ununterbrochen beschäftigt ist.

Da die Schmelzöfen nur während des Tages im Gange sind, so machen die Arbeiter nur eine einzige Schicht von 10 bis 12 Stunden, und ihr wöchentlicher Arbeitslohn beläuft sich auf 7 Pfd. 8 Schill. (an 49 ⅓ Thlr.); der Arbeitslohn ist niemals nach der Größe des Erzeugnisses ermessen worden.

Unabhängig von den angeführten 7 oder 8 constant und regelmäßig beschäftigten Arbeitern wird oft, wenn die Schmelzhütte im höchsten Grade beschäftigt ist, noch ein Gehülfe für die verschiedenen Nebenarbeiten beigesellt. In einigen kleineren Hütten mit 4 Schmelzöfen, wo wöchentlich nur durch 3 Tage 3 Oefen im Feuer erhalten werden, und wo man das Personal soviel als möglich zu vermindern sucht, sind nur 2 Arbeiter beschäftigt, nämlich ein Gießer, der alle vorher angegebenen Arbeiten verrichtet und ein Knabe von 14—15 Jahren, der überall, wo es sein Alter erlaubt, mithilft. Der Arbeitslohn dieser zwei Menschen beläuft sich gewöhnlich auf 2 Pfd. 3 Schill. ($14^1/_3$ Thlr.)

Gang der Arbeit in einer Stahlschmelzhütte. — Eine Campagne der Stahlschmelzöfen dauert nie über fünf, oft nur drei Tage, und obgleich die Oefen während der ganzen Campagne im Feuer bleiben, so arbeiten sie doch alle 24 Stunden nur 10 Stunden. In einer Hütte, in welcher wöchentlich 5 Tage geschmolzen wird, muß die Reparatur der Oefen immer Sonntags Abend beendigt sein; man heizt dann zuerst jeden Ofen mit großer Vorsicht an, damit die Ofenwände trocknen und nur sehr allmälig die zum Schmelzen des Stahles erforderliche hohe Temperatur erlangen. Zu diesem Ende wirft man auf den Rost einige Schaufeln voll brennender Steinkohlen, bedeckt sie mit frischen Koaks, und wenn diese Masse in Brand zu gerathen anfängt, wird noch Lösche aufgegeben; es wird der horizontale Kanal mit einem eingesetzten Ziegel beinahe ganz verstopft und die Ofenmündung mit dem Deckel verschlossen. Es erfolgt so während der folgenden Nacht eine dumpfe Verbrennung unter gehemmtem Luftzuge und durch diese die vorbesagte Austrocknung und allmälige Temperaturerhöhung bis zur dunkeln Rothgluth. Ganz in gleicher Weise wird mit allen in Gang zu bringenden Oefen verfahren.

An demselben Abend bringt man auch auf den Rost des Tiegelbrennofens etwa 2 Zoll hoch brennendes Koakslein, von einem Steinkohlenfeuer kommend, welches auf einem anliegen-

den Roste beständig unterhalten wird, stellt darauf die Tiegel, die den nächsten Morgen in Gebrauch genommen werden sollen, und füllt dann den Ofen ganz mit Koakslein, so wie es im Koaksmagazin übrig bleibt, oder mit den Koaksstücken, die unverbrannt in die Aschenräume hinabfallen, ganz voll. Montag Mittag wird zum eigentlichen Anheitzen der Oefen geschritten. Zu diesem Ende entfernt man mit einer Krücke die pulverige Masse, die man bis dorthin in den Oefen belassen hat, reinigt den Rost gut und setzt die Tiegel ein. Die Mitten (Achsen) der beiden Tiegel, die in einen Ofen zu stehen kommen, müssen sich in der nämlichen Verticalebene und in gleichen Entfernungen von den zwei größeren Seitenwänden des Ofens befinden; sowohl zwischen den zwei Tiegeln selbst, als zwischen den Tiegeln und den kleinen Seitenwänden des Ofens bleibt (in der besagten Verticalebene gemessen) ein 5 Centim. (22,5 Linien) breiter Raum leer. Bei dieser Anordnung der Tiegel beträgt der Abstand derselben von einander und von den größeren Seitenwänden des Ofens 95 Millimetres (3,5 Zoll). Man setzt nun die Deckel auf die leeren Tiegel, füllt die Oefen mit frischen Koaks an, verstopft die horizontalen, zur Esse führenden Kanäle und schließt die Oeffnung oben in jedem Ofen. Es entsteht nun sogleich ein sehr starker Zug, und im Verlaufe von einer halben Stunde erreicht der Ofen eine sehr hohe Hitze.

Jetzt wird zur Beschickung der Tiegel geschritten; zu diesem Behufe deckt man sie ab, steckt den im Vorhergehenden erwähnten und in Fig. 26 dargestellten Trichter von Eisenblech hinein, und nun giebt der Werkführer zuerst 2 — 3, etwa 35 Centimetres (12,3 Zoll) lange Stahlstücke hinein. Um aber die Tiegel gegen Stöße zu schützen, bringt schon vorher ein Gießer eine gerade Stange in den Trichter hinein, die in Figur 26 angezeigte Stellung ihr gebend. Die Stahlstücke werden senkrecht an die Seite des Tiegels gestellt, und der Zwischenraum zwischen denselben und der entgegengesetzten Seite wird hierauf mit kleinen Stahlstücken ausgefüllt. Diese An-

ordnung hat zum Zwecke, in die Tiegel möglichst viel Stahl hineinzubringen. Oft macht man beim Beschicken, wie vorn angegeben worden ist, den Beschluß mit Abfällen von Stahlblech, Stahldraht und dem Ausschusse der verschiedenen Fabrikationsartikel. Die ganze Beschickung eines Tiegels variirt von 28—36 engl. Pfund, gewöhnlich beträgt sie 30 engl. Pfund.

Nach erfolgter Beschickung werden die Deckel wieder auf die Tiegel gesetzt, die Oefen mit frischen Koaks gefüllt, die oberen Mündungen der Oefen mit den betreffenden Deckeln verschlossen und das Schmelzen begonnen.

Führung des Feuers. Zur Erzeugung und Unterhaltung der zum Schmelzen des Stahls erforderlichen hohen Hitze müssen Koaks, welche die in dem frühern Theile dieses Aufsatzes angegebenen Bedingungen erfüllen, angewendet und überdies noch gewisse Regeln beim Aufgeben dieses Brennmaterials beobachtet werden.

Das Aufgeben des Brennmaterials darf nicht zu oft stattfinden, weil dabei der Ofen in doppelter Weise eine Abkühlung erfährt, einmal, weil durch Oeffnung der oberen Mündung zeitweilig der Zug vermindert und das andere Mal, weil ein kalter Körper in den Ofen gebracht wird. Es istviel besser, selten, aber immer in großen Gichten, den Brennstoff aufzugeben. Gewöhnlich werden von Stunde zu Stunde in jedem Ofen 20—25 Kilogr. (35¼—44½ Pfd.) aufgegeben. Zu diesem Ende werden die im Ofen zurückgebliebenen Koaks mit einem Schüreisen zusammengehäuft und nachher langsam die neue Gicht so aufgeschüttet, daß der leere Raum möglichst ausgefüllt wird. Während ein Arbeiter die Koaks aufschüttet, vertheilt ein anderer mittelst einer Schürstange die Stücke gleichmäßig, zieht jene, die in die horizontalen Essen oder Kanäle hineingefallen sind, aus diesen heraus, um den Zug in gehöriger Wirksamkeit zu erhalten und häuft die Koaks an der dem Kanale gegenüberliegenden Ofenwand zu einer geneigten Fläche an. Alles dies muß in weniger als zwei Minuten geschehen sein. Da die Koaksasche feuerfest ist, so wird durch sie der

Rost nicht verstopft, und sie fordert somit von Seite der Arbeiter nur geringe Sorgfalt. Nur manchmal sieht man zwischen den Roststangen eine verglaste flüssige Masse in Fäden hinabfallen; aber auch dann bedarf es keiner besonderen Reinigung der Roststäbe mittelst Brechstangen.

Das Schmelzen des Stahles ist gewöhnlich vier Stunden nach dem Beschicken vollendet. Der Gießer überzeugt sich von dem Zustande der Beschickung durch Abdecken der Tiegel. Die Arbeiter sorgen bei'm Aufgeben der Koaks dafür, daß der Obertheil der Tiegel von Koaks entblößt sei, wenn der Augenblick des Gießens herankömmt. In den Oefen, wo die Schmelzung noch nicht ganz vollendet ist, wird immer noch etwas Brennstoff aufgegeben, und man gießt aus diesen Oefen zuletzt.

Gießen und Formen des geschmolzenen Stahles. Das Gießen des Stahles zu Barren muß mit größter Schnelligkeit geschehen und fordert das Zusammenwirken aller Arbeiter. Die Gießer ergreifen, mittelst der dazu bestimmten und in Fig. 24 abgebildeten Zange die Tiegel, welchen die Untersätze (Untersetzer) und die Deckel anhängend bleiben und stellen sie vor den Werkführer hin, der sie wieder mit einer andern, in Fig. 25 abgebildeten, Zange ergreift, mit einem schwachen Hammerschlage den Deckel losmacht und den ganzen Inhalt sogleich in eine Gießform gießt. Das Metall ist sehr flüssig und wirft zahlreiche Funken umher, die noch einige Secunden nach Eingießen der ganzen Beschickung in die Form aus dieser herausspritzen. Der Arbeiter kann den vollen 25 Kilogr. (55 Pfund) schweren Tiegel nun aufheben, indem er die Zange mit beiden Händen ergreift und fest an seinen Körper anhält. Hierbei würde er sich seine Hände und Kleider verbrennen, wenn er sie nicht mehrfach mit Wolle umhüllt hätte. Der entleerte Tiegel wird ohne besondere Behutsamkeit auf den Boden der Schmelzhütte hingeworfen, wo er so lange liegen bleibt, bis auch der andere Tiegel desselben Ofens auf gleiche Weise entleert wurde, wo dann beide Tiegel, mit ihren

Deckeln bedeckt, leer in den Ofen zurückgebracht und darin nach Verschließung desselben und nach Aufgeben von etwas frischen Koaks wieder gehitzt werden. Auf die angegebene Art wird ohne Unterbrechung nach und nach mit jedem Ofen der Hütte verfahren. Während dieses Manövers richtet der Formenzurichter immer neue, sorgfältig getrocknete Gießformen vor, entfernt die bereits angefüllten, nimmt sie, nachdem der Stahl erstarrt ist, auseinander und stürzt im Hofe die Gußstahlbaren heraus, damit sie, ohne den Arbeitern nachtheilig zu sein, daselbst erkalten.

Nachdem das Gießen und Wiedereinsetzen der leeren Tiegel in die Oefen beendigt ist, erhalten diese Tiegel eine frische Beschickung von rohem Cementstahle, indem hierbei die Oefen in derselben Ordnung wie bei'm Gießen genommen werden, und leitet nachher das Feuer wie vorher. Dieses zweite Schmelzen unterscheidet sich von dem ersten nur darin, daß, da die Oefen jetzt eine höhere Hitze besitzen, das Schmelzen gewöhnlich schon in drei Stunden und mit 3 Koaksgichten beendigt ist. Nach einem dritten, im Mittel ebenfalls 3 Stunden dauernden, Schmelzen kommen die Tiegel außer Dienst, und die Operation wird bis zum folgenden Tage unterbrochen. Zu diesem Ende reinigt man sorfältig den Rost und die Wände jedes Ofens, bringt Koaksabfälle ein, wie des Tags vorher geschehen, schließt die Mündung des horizontalen Kanals mit einem Ziegelsteine und die obere Oeffnung des Ofens mit dem betreffenden Deckel und setzt endlich die Tiegel, die am folgenden Tage in Gebrauch genommen werden sollen, in den zum Brennen derselben dienenden Ofen ein. Dienstag Abends 6 Uhr wird wieder angeheizt, sowie dieß Montags geschehen, nur mit dem Unterschiede, daß, da jetzt die Oefen viel heißer sind, die Dauer des Anheitzens vor der ersten Beschickung auf eine Viertelstunde beschränkt werden kann. Es werden wieder drei Schmelzungen nacheinander gemacht, und es wird in dieser Art bis Freitags Abend fortgefahren. Die Ofenwände sind dann, selbst wenn die Materialien die ge-

wünschte Qualität besitzen, so beschädigt, daß das Schmelzen nicht mehr fortgesetzt werden kann, und man benutzt den Samstag und Sonntag zum Abbrechen und Wiederaufbauen der innern Schachtmauer; Sonntag Abends 6 Uhr beginnt endlich wieder das Anheitzen und hiermit eine neue Campagne.

Die Tiegel sind, nachdem sie die dritte Schmelzung überstanden haben, keineswegs absolut untauglich zu weiterem Gebrauche; die Mehrzahl derselben könnte noch eine oder zwei Schmelzungen aushalten, allein die Erfahrung hat gezeigt, daß die Tiegel dann doch öfter zu Grunde gehen, und daß der Verlust an Stahl, der hierdurch erlitten wird, die Ersparung auf- und sogar überwiegt, die durch öftern als dreimaligen Gebrauch eines und desselben Tiegels erzielt wird.

Ungeachtet der großen Sorgfalt, welche bei Verfertigung der Tiegel beobachtet wird, geschieht es doch öfters, daß sie während des Schmelzens Risse oder ein Loch bekommen, wo dann ihre ganze Beschickung aus- und durch Einfluß des oxydirenden Mittels, das sie passirt, ganz umgeändert in den Aschenraum hinabrinnt. Werden die Gießer durch den Wächter, indem dieser glänzende Funken durch den Rost hinabfallen sieht, von einem solchen Unfalle noch bei Zeiten in Kenntniß gesetzt, so kann dem Verluste des ganzen Tiegelinhalts dadurch vorgebeugt werden, daß die Gießer äußerlich an der beschädigten Stelle des Tiegels einen Klumpen oder Propf von feuerfestem Tone appliciren und den Tiegel so neigen, daß die gesunde Seite den Druck des flüssigen Inhalts zu ertragen hat. Fließt der Tiegel ungeachtet der Anwendung dieses Mittels noch aus, so muß er schnell aus dem Ofen genommen werden, um so das zu retten, was noch darin geblieben ist. Dieses Ausrinnen der Tiegel ist beinahe die einzige Ursache des geringen Abganges, der in den Stahlschmelzereien stattfindet.

Ein anderer Grund, welcher die Zahl der mit einem und demselben Tiegel vorzunehmenden Schmelzungen beschränkt, ist die allmälige Verminderung seines Volums, die er erleidet

und welche eine entsprechende Verminderung des Gewichts der Beschickung nach sich zieht. Der innere Raum eines an der Luft getrockneten Tiegels beträgt 8,85 Liter (6,19 Wiener Maß); bei einem Tiegel, der zu drei Schmelzungen gedient hatte und noch vollkommen wohlerhalten war, fand sich dieses Volum auf 6,3 Liter (4,41 Maß) vermindert, und die Arbeiter mehrerer Schmelzhütten stimmten ganz in der Behauptung überein, daß diese Volumsverminderung sich bei jeder neuen Schmelzung immer wieder zeige. Der Einfluß dieser stattfindenden Volumsveränderung auf das Gewicht der Tiegelbeschickung ist so groß, daß die drei Beschickungen eines und desselben Tiegels im Verhältnisse von 32 zu 30 und 23 Pfd. abnahmen.

Keine Ofencampagne dauert über 5 Tage; man ist aber oft, wegen minder guter Qualität der feuerfesten Materialien, woraus der Ofen besteht, genöthigt, die Campagne früher zu unterbrechen. Beinahe immer zeigen sich schon nach dreitägigem Heitzen die Wände ziemlich bedeutend angefressen, so daß der Brennmaterialbedarf beträchtlich wächst. Während der mittlere Bedarf des zweiten Schmelztages 250 Gewichts-Theile Koaks auf 100 Gewichts-Theile Stahl ist, beträgt dieser Bedarf im fünften Tage oft über 350 Gewichts-Theile. Aus diesem Grunde macht man zu Zeiten, wo wegen Stockung im Handel die Oefen nicht im lebhaftesten Betriebe erhalten werden können, gewöhnlich lieber nur dreitägige Campagnen, als daß man die Zahl der im Gange befindlichen Oefen vermindert.

Eigenschaften des Gußstahles. Der Gußstahl nimmt sehr genau die Gestalt der Formen an, in die er gegossen wird. Das Gewicht einer gegossenen Barre variirt zwischen 12—16 Kilogr. ($21\frac{1}{2}$—$28\frac{1}{2}$ Pfd.). Obgleich der rohe Cementstahl sehr zerbrechlich und brüchig ist, so sind die Gußstahlbarren wegen ihres beträchtlichen Querschnittes doch sehr schwer zu zerbrechen. Der frische Bruch zeigt eine graue Farbe ohne bläulichen Reflex, welche etwas an die Farbe des

unreinen Antimons erster Schmelzung erinnert. Die ganze Masse ist gewöhnlich besäet mit sehr kleinen Vertiefungen (Höhlungen) von runder Gestalt und irisirender Oberfläche, und beinahe immer ist in der Mitte eine viel größere Höhlung vorhanden, deren irisirende Oberfläche mit einer großen Menge von Stahlkrystallen bedeckt ist. Uebrigens ist der Bruch körnig und uneben und zeigt, im spiegelnden Lichte betrachtet, deutlich eine Neigung zu einem sehr regelmäßigen, blätterigen und faserigen Gefüge. Die Fasern haben alle eine auf die anliegende äußere Fläche perpendikuläre Richtung, so daß sie, indem sie sich begegnen, sehr regelmäßig die Diagonalen des quadratischen Querschnittes der Barren sichtbar machen.

Tabelle über die Fabrikationskosten des Gußstahls in Yorkshire.

Fabrikationskosten für 1000 Kilogramme (10 Kilogramme = 21 Pfund Cöln.) Gußstahl. Specielle Kosten.	Materialienverbrauch und Tagarbeit.	Werth des Materials und der aufgewendeten Tagarbeit.	
		Theilwerth.	Totalwerth.
	Kilogr.	Francs.	Francs.
Roher Cementstahl	102,7	—	
Koaks, 1,65 Francs für 100 Kilogramme	325,0	5,36	
Tiegel: 108 Stück wöchentlich, welche folgende Kosten machen:			
Thon von Stourbridge 519 Kil. 31,19 Fr.			
Thon von Stannington 559 " 17,33 "			
Thon für Untersätze und Deckel . . . . 450 " 13,95 "			
1568 Kil. 62,47 Fr.			
Handarbeit: 1 Arbeiter wöchentlich zu 1 Schill. 6 Pence macht 32,77 Fr.			13,63
Verschiedene andere Kosten: für Gehülfen, Formen der Untersätze und Deckel, Oel zum Formen, die Formen selbst 17,56 "			
112,80 Fr.	29,1	2,84	
Materialien zur Unterhaltung der Oefen durch eine Woche	225,0	1,08	
Handarbeit beim Schmelzen und Unterhaltung der Oefen 3,07 Fr. per Tag	1,23 Tag	3,78	
Nebenarbeiten	—	0,37	
		Uebertrag . .	13,63

Fabrikationskosten für 1000 Kilogramme (10 Kilogramme = 21 Pfund Cöln.) Gußstahl. Allgemeine Kosten.	Materialienverbrauch und Tagarbeit.	Werth des Materials und der aufgewendeten Tagarbeit.	
		Theilwerth.	Totalwerth.
	Kilogr.	Francs.	Francs.
		Uebertrag	13,63
Industrielles Capital: Miethe der Hütte oder Interessen des Capitals 5 Procent	—	0,94	
Umlaufscapital: Interssen 6 Procent . .	—	0,33	
Unterhaltung der Werkzeuge, Gießformen, Schürstangen, Koakskörbe ꝛc. . . .	—	0,44	7,45
Verschiedene Auslagen für Patente, Postporto, Kanzlei ꝛc.	—	0,62	
Gewinn	—	5,12	
		Hauptsumme .	20,08

Diese 20,08 Francs erhalten gewöhnlich die Fabrikanten, welche den rohen Cementstahl, der ihnen von andern Fabrikanten geliefert wird, schmelzen und in Gußstahl umwandeln, und das in vorstehender Tabelle enthaltene Detail ist von einer Hütte hergenommen, in welcher in den letzten Jahren 10 Oefen im lebhaftesten Gange waren und die wöchentliche Erzeugung sich auf 8763 Pfund belief.

Raffiniren des Gußstahls. Die Gußstahlbarren zeigen in ihrem Mitteltheile immer Höhlungen, welche von der Zusammenziehung des geschmolzenen Metalls bei'm Erstarren herkommen, und übrigens fehlt ihnen auch die Hämmerbarkeit. Sie müssen daher, um verarbeitet werden zu können, zuvor mehrmals gehitzt und gestreckt werden, durch welche Operationen, die viel Vorsicht erfordern, jene Stahlsorte erhalten wird, welche man in Yorkshire zweimal raffinirten Stahl heißt. Der raffinirte Gußstahl übertrifft an Qualität im Allgemeinen jene Stahlsorten, welche aus dem nämlichen Eisen und durch zweifaches Gerben des rohen Cementstahles erhalten werden. Er ist weniger unganz und fehlerhaft, ist homogener und behält bei der Verarbeitung seine Stahleigenschaft besser bei.

Wir erwähnten schon weiter oben der Versuche zur Bereitung des Gußstahls durch Zusammenschmelzen von Spiegeleisen und Stabeisen; sie wurden von dem verstorbenen Königl.

Preußischen Oberhütteninspector Stengel bei'm Siegen'schen Bergamte auf der Gußstahl- und Feilenfabrik von Huth zu Geitebrück bei Hagen, im Großen ausgeführt und es wurden dabei folgende Resultate erlangt.

1. Es muß nur vollkommenes Spiegel- und weder strahliges noch dichtes weißes Roheisen zum Gußstahlschmelzen genommen werden und zwar nicht allein aus dem Grunde, um die Quantität der Kohle in der Gußstahlbeschickung genau berechnen zu können, welches, bei dem veränderlichen Kohlegehalt des strahligen und des dichten weißen Roheisens nicht ausführbar sein würde; sondern besonders auch deßhalb, weil das Spiegelroheisen die größte auflösende Kraft auf das Stabeisen äußert. Gute Güsse sind daher nur mit Spiegeleisen zu erlangen.

2. Die außerordentlich hohe Temperatur, welche das Stabeisen zum Schmelzen erfordert, macht es nothwendig, dasselbe nicht in zu starken Stücken in die Beschickung zu geben. Man hat erkannt, daß Stabeisenstücke von 1 Kubikzoll Größe die zweckmäßigsten seien.

3. Zur Erlangung vollkommener Güsse und recht dichter Stahlbarren, ist die größtmöglichste Schmelzhitze erforderlich. Eben so sind höchst feuerfeste und haltbare, dem Springen nicht unterworfene Tiegel bei der Gußstahlbereitung aus Roh- und Stabeisen ein noch weit größeres Bedürfniß, als bei dem Umschmelzen des schon fertigen Stahls. Je mehr Schmelzungen in einem und demselben Tiegel gemacht werden können, mit desto größern ökonomischen Vortheilen wird die Gußstahlbereitung ausgeübt werden.

4. Das Ausgießen des geschmolzenen Inhalts des Tiegels in die gußeiserne Form muß schnell erfolgen, damit die ganze Stahlmasse fast gleichzeitig erstarren kann. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß keine Schlacke aus dem Tiegel mit in die Form gelange, denn es fehlt an Zeit, damit sich die Schlacke von dem Stahl trenne; sie erstarrt unmittelbar in der Stahlmasse und giebt dann einen fehlerhaften Guß, indem sie bei

dem Ausschmieden der Barre zum Aufreißen des Stabes und zu unganzen Stellen, die sich nicht wieder zusammenschweißen lassen, Veranlassung giebt. Diesem Uebel kommt man am besten dadurch zuvor, daß man den Deckel vom Tiegel noch im Ofen auf die Seite schiebt und die Schlacke mit einem löffelartigen Eisen rein von der Oberfläche abzieht. Der im Tiegel noch zurückbleibende kleine Rest kann dann bei dem Guß in gewöhnlicher Art leicht zurückgehalten werden.

5. Gußstahl, der im Tiegel langsam erkaltet und nicht in die Form gegossen wird, verliert allen Zusammenhalt und zerfällt schon in der Rothglühhitze unter dem Hammer oder Walzwerk.

6. Die Güsse müssen, wenn sie erkaltet sind, von allen rundlichen Gußstahlkörnchen, die an manchen Stellen wie Linsen an der Oberfläche der Gußbarren haften, durch Abmeißeln befreiet werden, weil sonst die Körnchen unter Hammer und Walze ausgedehnt werden und zu Kantenrissen Veranlassung geben.

7. Bei dem Anwärmen des gereinigten Gusses zur weiteren Bearbeitung desselben muß eine hellrothe Glühhitze angewendet werden. In einem Herde vor dem Gebläse kann das Anwärmen nur sehr unvollständig geschehen, indem die Erhitzung nicht hinreichend gleichmäßig erfolgt. Für den günstigen Erfolg des Ausschmiedens oder Auswalzens des Gußstückes ist ein gleichartiges Anwärmen der Barre durch die ganze Masse hindurch, eine höchst wesentliche Bedingung, welche sich nur durch die Anwendung eines gut construirten Flammofens erfüllen läßt. Am zweckmäßigsten wird diese schwierige Operation in einem Flammofen mit Gasfeuerung, bei einem geringen Ueberschuß von brennbaren Gasen auszuführen sein.

8. Zum Ausrecken der angewärmten Barren darf niemals ein zu leichter Wasserhammer angewendet werden, weil derselbe eine zu schwache Wirkung auf das Gußstück äußert. Nur in Ermangelung eines Dampfhammers oder eines Walzwerks, würde das Ausrecken unter einem schweren Wasserham-

mer geschehen müssen. Immer ist die Walzarbeit dem Schmieden unter dem Hammer vorzuziehen.

9. Die gegossenen Stahlbarren zeigten eine völlige Gleichartigkeit, die sich auch bei allen Güssen durch das Ausstrecken der Barren bewährte. Die Barren wurden zuerst zu einem etwa 4 Fuß langen Quadratstabe ausgestreckt und dieser dann, nach abermaligem Anwärmen, in die begehrte Façon gebracht. Der Stahl gestattet das Ausstrecken zu den feinsten Stahlblechen, ohne Kantenrisse zu erhalten.

10. Selbst bei der Bereitung des weichen Stahls, bei welchem die Tiegel mit 25 Pfd. Stab- und 2 Pfd. Spiegelroheisen besetzt wurden, erfolgte, bei starker Schmelzhitze, noch eine vollständige Auflösung des Stabeisens und ein gleichartiger Guß, obgleich der erhaltene Gußstahl, nach der Berechnung, kaum mehr als 0,6 Procent Kohle enthalten konnte. Den vorzüglichsten, härtesten und festesten Stahl gaben die Güsse, bei welchen der Kohlegehalt des Gußstahls zu 1,5 bis 1,6 Procent berechnet ward. Dazu wurden 24 oder auch 25 Pfd. Stabeisen mit 8 Pfd. Spiegelroheisen in die Tiegel eingetragen.

11. Wesentlich abweichend von dem raffinirten Rohstahl, läßt sich der Gußstahl, selbst der weichste, dessen Kohlegehalt nicht über 0,6 Procent beträgt, nur sehr schwer schweißen. Bei einem etwas höhern Kohlegehalt kann die Schweißung nur unter einer Decke von Borax erfolgen. Bei einem Kohlegehalt von 1,25 Procent hörte die Schweißbarkeit gänzlich auf. Wenn dieß Verhalten auf der einen Seite die Gleichartigkeit des durch die Schmelzung erhaltenen Gußstahls bestätigt, so ist diese Eigenschaft desselben doch eine mangelhafte, welche er indeß mit dem englischen Gußstahl theilt, obgleich dieser eine etwas größere Schweißbarkeit besitzt.

12. Der Gußstahl verträgt nur eine geringe Härtehitze und erlangt beim Härten einen sehr hohen Grad von Härte, jedoch auf Unkosten seiner Fertigkeit. Die richtige Behandlung desselben beim Härten würde noch zu ermitteln sein.

13. Zu den feinsten schneidenden Werkzeugen, zu Feilen und zu Beuteln (dünnen Meißeln) läßt sich der Stahl recht gut verwenden. Für alle Zwecke, welche durch plötzliche und starke Stöße erreicht werden müssen, hat der Gußstahl bisher noch nicht die gehörige Festigkeit gezeigt. Mit großer Härte ist leider noch ein bedeutender Grad von Sprödigkeit vorhanden.

14. Aus dem eben erwähnten Verhalten des Stahls läßt sich, bei aller scheinbaren Gleichartigkeit des hier betrachteten Stahls, dennoch auf einen nicht ganz gleichartigen Zustand seiner Masse folgern und es wird diese Vermuthung dadurch bestätigt, daß der Gußstahl nach dem Umschmelzen an Schweißbarkeit etwas gewinnt. Wenn es indeß nicht gelingen sollte, einen guten Gußstahl, in allen Graden der Härte, durch das einmalige Zusammenschmelzen von Stabeisen und Spiegelroheisen darzustellen und wenn man genöthigt wäre, die Mangelhaftigkeit des Produkts erst durch das Umschmelzen zu beseitigen, so würden bei diesem Verfahren schwerlich ökonomische Vortheile zu erlangen sein.

Die Versuche wurden durch den Tod des Herrn Stengel unterbrochen, sollen jedoch auf Veranlassung der obersten preußischen Bergbehörde wieder aufgenommen werden. Wir können hier nicht umhin, allen Gußstahlfabriken, die sich reines Spiegelroheisen zu günstigen Preisen verschaffen können, anzurathen, dieses Fabrikationsverfahren zu versuchen, indem es dahin führen kann, recht guten und wohlfeilen Gußstahl zu allen solchen Stahlarbeiten darzustellen, welche den höchsten Grad der Festigkeit nicht erfordern.

Wenn von indischem Stahl die Rede ist, so denkt man sich darunter gewöhnlich die berühmte, unter dem Namen Wootz vorkommende Stahlsorte, welche besonders zu den berühmten persischen oder orientalischen Säbelklingen das Material liefert, und durch ihre Härte, die selbst beim Anlassen wenig verliert, den gewöhnlichen Gußstahl weit übertrifft.

Gleichwohl ist diese Benennung, wie wir im Folgenden

sehen werden, in einem andern Sinne zu nehmen, und wahrscheinlich fällt der mit diesem Namen belegte Stahl in die Kategorie des gewöhnlichen Gußstahls.

Die Art der Anfertigung des echten ostindischen Stahls oder Wootz ist keineswegs unbekannt, und schon durch frühere Reisende ausführlich beschrieben, auch scheint sich seit jener Zeit in dem von den Indiern schon seit undenklicher Zeit befolgten Verfahren nichts geändert zu haben, wie aus den in der ostindischen Abtheilung der Londoner Ausstellung enthaltenen Zeichnungen und Beschreibungen des Mr. Hamilton zu Indora sich ergiebt, welche einen Eisenschmelzofen von dort üblicher Einrichtung darstellen. Es ist ein ganz kleiner Schachtofen, dessen unterer Theil in einer kleinen Grube besteht, die in dem Erdboden angebracht ist, über welcher sich der aus Thon und Kuhdünger hergestellte cylindrische Schacht befindet. Zwei Blasbälge von Ziegenfellen werden durch einen Mann in abwechselnder Bewegung gehalten, und treiben den Wind durch einen Schlauch und die thönerne Düse, welche stark geneigt, etwa $^3/_4$ Fuß über dem Boden des Ofens liegt. Als Brennmaterial dienen Holzkohle, zu harten Kuchen gekneteter und getrockneter Kuhdünger, und klein gehacktes Holz. Es wird zuerst eine dünne Schicht Holz eingelegt, hierauf eine etwa 1 Zoll dicke Schicht von Eisenerz, sandförmigem Magneteisenstein, auf diese eine Schicht Kohle, und so abwechselnd bis zur Gicht des Ofens. Nach vierstündigem Blasen soll sich der Ofen in voller Gluth befinden und ein Theil des Eisenerzes eingeschmolzen sein. Man fährt nun mit Aufgeben von Brennmaterial und Erzen etwa noch 8 Stunden fort, worauf man den Ofen abkühlen läßt, nach weiteren 12 Stunden ihn aufbricht und die gebildete Luppe von etwa 40 Pfd., die aus reinem hämmerbaren, nur mechanisch durch Schlacke verunreinigten Eisen besteht, herauszieht. Sie wird nun in einem andern Ofen zur Schweißhitze gebracht, sodann gehämmert und in mehreren Hitzen zu einer Stange oder der sonst verlangten Form ausgeschmiedet. Die Ausbeute an fertigem Stabeisen

beträgt nur etwa 12 Procent, weil das bereits reducirte Eisen so lange der Einwirkung der Gebläseluft ausgesetzt ist, daß der größte Theil sich wieder oxydirt und verschlackt, wofür denn freilich das entstandene Eisen um so reiner ausfällt.

Daß ferner die Umwandlung des Eisens in Stahl ebenfalls noch jetzt in der von jeher üblichen Weise, in kleinen Tiegeln vorgenommen wird, geht daraus hervor, daß die Ausstellung auch mehrere solcher aus den Tiegeln gewonnenen Stahlkuchen (vultoms) zeigte, welche nach dem Ausschmieden den Wootz geben.

Das Verfahren beim Stahlschmelzen ist kürzlich folgendes: Nachdem das, auf die vorhin angegebene Art gewonnene Eisen in kleine Stückchen geschrotet worden, legt man diese nebst einer abgewogenen Menge trockner Holzspäne (von Cassia auriculata) und einem paar grüner Blätter von Asclepias gigantea oder Convolvulus longifolius in kleine, von geschlemmtem Thon angefertigte Tiegel und schließt dieselben genau durch eingestampften Thon. Jeder dieser kleinen Tiegel faßt nur etwa 1 Pfd. Eisen. Nach dem Trocknen werden 20 bis 24 Tiegel in einem kleinen Gebläseofen so zusammengestellt, daß sie ein Gewölbe über dem Feuer bilden, welches um 2½ Stunden lang in größter Heftigkeit unterhalten wird. Nach Verlauf dieser Zeit läßt man den Ofen erkalten, nimmt die Tiegel heraus, und findet in den meisten derselben einen, nach der inneren Gestalt des Tiegels geformten Stahlklumpen, der dann, weil er in Folge des zu großen Kohlegehaltes nicht schmiedbar sein würde, in einem Gebläseofen anhaltend geglüht, und endlich unter Handhämmern ausgeschmiedet wird.

Es hat sich nun in London eine Gesellschaft, die Indian Iron and Steel Company, gebildet, welche zu Beypore unweit Calcutta, zu Malabar und zu Porto Novo unweit Cuddalore aus indischen Erzen (Magneteisenstein), jedoch nach europäischem Verfahren, in Hohöfen mittelst Holzkohle Roheisen erzeugt, und dieses nach England kommen läßt, um es hier mit Holzkohle zu frischen und sodann durch Cementation in Stahl umzuwandeln. Es war 1851 auf der Londoner Industrieaus-

stellung ein großes Sortiment von solchem Eisen und Stahl, letzterer theils roh, theils zu Feilen, Messern und vielen andern Werkzeugen verarbeitet, ausgelegt, und dieses ist nun die, wenn anders die Unternehmung im Großen zur Ausführung kommt, hiefür unter dem Namen Indischer Stahl in den Handel gelangende Stahlsorte.

Sollte nun auch das Unternehmen zu Stande kommen, so ist es dennoch höchst unwahrscheinlich, daß der, ganz nach europäischer Art dargestellte Stahl dem echten Wootz gleichkommen werde, und eben dieses zu zeigen, ist der Hauptzweck vorliegender Mittheilung.

Es sind schon von vielen Chemikern Analysen des Wootz mit größter Sorgfalt ausgeführt. Faraday fand in einer Probe außer Eisen und Kohle nur eine kleine Menge Alumium und Kiesel; in einer andern keinen Kiesel, wohl aber Alumium, in englischem Gußstahl war weder Kiesel noch Alumium zu entdecken. Auch von französischen Chemikern ist im unverarbeiteten Wootz Alumium, im verarbeiteten keines gefunden. Karsten konnte kein Alumium auffinden, erhielt dagegen Titan, Kiesel und Phosphor.

Offenbar können diese Stoffe, wenn wir auch sie oder einen von ihnen als Träger der so vortrefflichen Eigenschaften des Wootz gelten lassen, nur auf zwei Wegen in den Stahl gekommen sein; entweder bei der Darstellung des Eisens aus den Erzen, oder bei der Umwandlung desselben in Stahl. Das erstere ist bei der oben beschriebenen Gewinnungsmethode des Eisens, welche in Indien ausschließlich üblich ist, gewiß nicht anzunehmen; denn da das Eisen bei dieser sogenannten Stückofenwirthschaft so lange im weißglühenden Zustande der Einwirkung der Gebläseluft ausgesetzt bleibt, daß der größte Theil wieder verbrennt, wie aus dem Umstande hervorgeht, daß man aus dem Magneteisenstein, welcher gegen 70 Procent Eisen enthält, nur etwa 12 Procent fertiges Stabeisen gewinnt; so ist es kaum denkbar, daß es von den in Rede stehenden Stoffen noch enthalten könne. So sind namentlich Alumium

und Titan sehr leicht oxydirbar und verschwinden schon beim gewöhnlichen Frischen vollständig aus dem Eisen. Auch fand Faraday bei Versuchen übe Eisenbereitung aus Titaneisenstein, das daraus erhaltene Stabeisen ganz frei von Titan. Auf gleiche Weise verschwindet der Kiesel bei dem Frischprocesse. Auch ein etwaiger Phosphorgehalt, welchem übrigens wohl nie eine günstige Einwirkung auf die Beschaffenheit des Stahls beizumessen ist, dürfte dem Oxydationsprocesse schwerlich entgehen; und wir können aus diesen Gründen nicht glauben, daß die im Wootz aufgefundenen Nebenbestandtheile schon bei der ersten Darstellung des Eisens hineinkommen.

Es bleibt also nur die Vermuthung, daß jene Stoffe auf dem zweiten Wege, d. h. bei dem Schmelzprocesse in den Tiegelchen von dem Stahle aufgenommen werden, wobei es ja an Thon- und Kieselerde nicht fehlt, Titan aber möglicher Weise aus der dem Stabeisen noch anhängenden Schlacke oder aus der Substanz der Tiegel aufgenommen werden könnte.

Wenn wir es nun nach diesen Betrachtungen für höchst wahrscheinlich halten müssen, daß die eigenthümliche Zusammensetzung des Wootz nur eine Folge der eigenthümlichen Schmelzprocesse ist, so folgt daraus, daß dieselben Erze, nach europäischer Art behandelt, keinen Wootz, sondern gewöhnlichen Gußstahl liefern werden, und daß der demnächst vielleicht im englischen Handel auftretende indische Stahl aus diesem Gesichtspunkte zu beurtheilen sein wird.

Merkwürdig bleibt, daß bei der so vielfältigen Verbindung Englands mit Indien, echter Wootz in London gar nicht zu haben ist, wenigstens sind alle Bemühungen mehrerer 1851 in London anwesender Techniker deßhalb völlig fruchtlos geblieben.

Sehr zu bedauern ist, daß die, besonders in den zwanziger Jahren in England und Frankreich vielfach aufgenommenen, zum Theil schon recht gut gelungenen Versuche der Nachbildung des Wootz, wie es scheint, jetzt wieder aufgegeben sind.

Zweiter Abschnitt.

Von der weiteren Behandlung und Verarbeitung des Stahls.

Die weitere Verarbeitung des Stahls wird wie die des Stab- oder Schmiedeeisens, hauptsächlich durch Schmieden, Walzen und Ziehen durch ein Eisen bewirkt. Wir wollen diese verschiedenen Arbeiten hier im Allgemeinen kennen zu lernen suchen.

Erstes Capitel.

Von dem Schmieden im Allgemeinen.

Das Schmieden ist für die Bearbeitung des Stahls von großer und sehr ausgedehnter Wichtigkeit, und es ist dieß sehr leicht erklärlich, wenn man sich erinnert, wie allgemein der Stahl verarbeitet wird und daß das Gießen desselben, wie wir weiter oben sahen, nur den Zweck hat, dem Material Formen zu geben, welche weiter durch Schmieden verändert werden.

Die Hauptwerkzeuge beim Schmieden sind Hammer und Amboß. Die Hämmer sind entweder Maschinen-, d. h. durch Wasser- oder Dampfkraft bewegte, oder Hand-Hämmer. Durch Wasser betriebene Hämmer lernten wir bereits im vierten Capitel des vorigen Abschnittes kennen, und zwar die „Schwanzhämmer“ genannte Art derselben. Außer diesen giebt es noch andere Arten von Maschinenhämmern, die Aufwerf- und die sogenannten Stempel- oder Dampf-Hämmer, welche letztere besonders in neuerer Zeit eine sehr große Anwendung und Verbreitung gefunden haben. Der Hammer bewegt sich dabei zwischen Säulen, in einer senkrechten Richtung

auf und nieder, und es wird die Bewegung entweder durch direkte Dampfwirkung oder durch eine Welle mit Hebedaumen bewirkt, deren Wellen durch Riemenscheiben bewegt werden. Es würde uns hier zu weit führen und ohne viele Abbildungen gar nicht möglich sein, wenn wir diese verschiedenen Arten von Maschinenhämmern beschreiben wollten.

Kleine Schwanzhämmer hat man wohl zur Bewegung mittelst Menschenkraft gebaut; die kleinste mechanische Vorrichtung zum Schmieden ist aber der in Amerika (und England) gebräuchliche Fußhammer, Tritthammer, Oliver im Englischen, über welchen Folgendes gemeldet wird: Man benutzt ihn zum Schmieden starker runder Nägel, Bolzen u. dgl. zwischen sogenannten Gesenken. Innerhalb zweier hölzerner, durch einen Querriegel verbundenen Ständer dreht sich eine horizontale Welle auf den Spitzen zweier Schrauben. Auf der Welle befindet sich, nahe an dem einen Ständer, eine Warze, durch welche der Hammerstiel (2 bis 2½ Fuß lang) hindurchgeschoben ist. Letzterer enthält statt eines schlichten Hammerkopfes das Obergesenk, d. h. ein Stück verstählten Eisens von 10 Zoll Länge und 2½ Zoll im Quadrat, auf dessen unterer Fläche die erforderliche Aushöhlung für bestimmte Formen des Arbeitsstücks vorhanden ist. Das dazu passende Untergesenk ist unterhalb auf dem Amboße angebracht. Nahe am zweiten Ständer geht von der Hammerwelle ein einarmiger (5 bis 6 Zoll langer) Hebel aus, von welchem eine Kette oder Schnur aufwärts nach einem elastischen Schwengel, eine andere abwärts nach dem Tritte läuft. Die Spannung des Schwengels wird so abgemessen, daß er im Stande der Ruhe den Hammerstiel fast senkrecht aufgehoben erhält. Man kann nun beliebig durch das Treten Schläge von bestimmter Stärke geben, und sie mit fortschreitender Arbeit entsprechend abnehmen lassen.

Schmiedemaschinen giebt es mehrere, und sie sind zur Bearbeitung kleiner Gegenstände in Gesenken sehr zweckmäßig. Eine derselben (beschrieben in Dingler's polytechnischem Journal Bd. LXXXIV., S. 95), deren vortheilhafte und schnelle

Wirkung sehr gerühmt wird, beruht auf einem eigenthümlichen, von dem der Hämmer ganz verschiedenen Principe, indem die Obergesenke am untersten Ende mehrerer eisernen Stangen befestigt sind, welche in Senkrechtführungen sich bewegen, von excentrischen Scheiben einer darüber horizontal liegenden Welle niedergedrückt, sogleich aber von Federn wieder gehoben werden. Die Untergesenke werden von sehr starken Federn getragen, damit sie nöthigen Falls ein wenig dem Drucke nachgeben können. Die Welle macht wenigstens 200 Umdrehungen in einer Minute, eben so viele drückende Bewegungen also jedes Obergesenk.

Eine andere Maschine dieser Art ist von Ryder in Boston erfunden und im polytechn. Centralbl., 1852, Nr. 4 beschrieben. Sie beruht auf dem Princip der Fall- oder Stempelhämmer und ist ebenfalls sehr zweckmäßig zum Schmieden kleiner einfacher Gegenstände, wie sie bei den Stahlarbeiten häufig vorkommen. Eine Beschreibung ohne Abbildung genügt nicht, weßhalb wir auf die erwähnte Quelle verweisen müssen.

Die Handhämmer, wie sie in allen Schmiedewerkstätten angetroffen werden, sind von sehr einfacher Form: ein Ende bildet eine quadratische, sehr wenig convexe Fläche (die Bahn); das andere Ende eine breite, abgerundete Kante (die Finne, Pinne), welche entweder mit dem Stiele parallel oder gegen denselben rechtwinkelig steht. Hämmer, bei welchen die Finne parallel zum Stiele steht, unterscheidet man durch den Namen Kreuzschlag. Der Körper des Hammers ist von geschmiedetem Eisen; Finne und Bahn bestehen aus vorgeschweißtem und gehärtetem Stahle. Der Stiel ist von sehr zähem Holze, am besten von jenem des Weißdorns. Der Größe nach unterscheidet man Schmiedehämmer (2 bis 5 Pfund schwer), welche mit einer Hand regiert werden, und Zuschlaghämmer oder Vorschlaghämmer (6- bis 18pfündig), zu deren Führung beide Hände erforderlich sind.

Als Unterlage für das Eisen dient der Amboß, Schmiede-Amboß, welcher aus Eisen geschmiedet ist, und auf seiner obern

Fläche (der Bahn, Amboßbahn) ziemlich dick mit aufgeschweißtem, gehärtetem Stahl belegt und glatt abgeschliffen sein muß. Selten hat man gußeiserne Amboße, weil diese wegen ihrer Sprödigkeit nicht gehörige Dauerhaftigkeit haben, und auch der (das Schmieden erleichternden) Elasticität entbehren, welche die Stahlbelegung der schmiedeeisernen Amboße gewährt. Die Gestalt des Amboßes bietet einen breiten, auf der Grundfläche ebenen oder etwas ausgehöhlten Fuß dar, welcher entweder ohne weitere Befestigung in einer, ein Paar Zoll tiefen Versenkung des Amboßstockes ruht, oder auf dem Letztern dadurch feststehend erhalten wird, daß ein kurzer eiserner Zapfen des Amboßstockes in ein Loch mitten auf der Fußfläche des Amboßes eingreift. Der Amboßstock ist ein 2 bis 3 Fuß starker, 5 bis 6 Fuß langer, am obern Ende mit einem eisernen Reife umgebener Klotz von Eichenholz, welcher zum größten Theile in die Erde eingegraben wird, so daß er nur etwa 1½ Fuß hervorragt. Der Theil der obern Amboßfläche, welcher sich mitten über dem Fuße befindet, ist die länglich viereckige, ganz ebene Bahn, und wird zum Ausstrecken des Eisens gebraucht. Von den schmalen Seiten gehen, einander gegenüber stehend, in horizontaler Richtung zwei Verlängerungen aus, von welchen die eine (das Horn) rund und kegelförmig verjüngt, die andere hingegen flach, manchmal schmäler als die Bahn, und mit einem senkrechten viereckigen Loche versehen ist. Das Horn dient um das Eisen darauf rund zu biegen; in das Loch der andern Fortsetzung werden gewisse, beim Schmieden nöthige Hülfswerkzeuge eingesteckt, von welchen noch die Rede sein wird.

Die mit einem Horne versehenen Amboße nennt man Hornamboße oder englische Amboße; den deutschen Amboßen (älterer Art) fehlt das Horn, und sie haben nur die flache länglich viereckige Bahn. Die angemessene Größe des Amboßes ist ein wichtiger Umstand; denn nicht nur muß derselbe für größere Arbeitsstücke eine geräumigere Bahn darbieten, sondern er soll auch ein genügendes Gewicht haben, um unter

den Hammerstreichen fest zu stehen und durch seine eigene Unerschütterlichkeit ein gewisses Zurückprallen der Hämmer zu bewirken, welches die Anstrengung der Schmiede erleichtert. Für Nagelschmiede reicht ein 60- bis 70pfündiger Amboß gewöhnlich hin; in Schlosserwerkstätten bedarf man solcher von wenigstens 200 bis 250 Pfund; die Grobschmiede gebrauchen 400- bis 600pfündige. — Die gewöhnliche Anordnung des Amboßstockes erfordert ein großes, theures — oft selbst schwer zu erlangendes — Stück Eichenholz. Oekonomischer wird derselbe in Gestalt einer Tonne (ohne Böden) aus 2 bis 3 Zoll dicken Stäben von Fichtenholz hergestellt, außerhalb der Erde mit ein Paar eisernen Reifen gebunden, mit Flußsand bis auf 5 Zoll vom Rande vollgestampft; dann legt man auf die Sandoberfläche eine dicke runde Holzscheibe, in welche der Fuß des Amboßes ein wenig eingelassen wird. — Um die Erschütterungen des Gebäudes beim Schmieden zu vermindern, hat man empfohlen, den (gewöhnlichen oder nach vorstehender Art construirten) Amboßstock auf zwei lange, hohl liegende, am besten bis in die Umfassungsmauern der Schmiede reichende, Balken zu stellen; diese Einrichtung scheint besonders da zweckmäßig, wo etwa (wie z. B. in England öfters der Fall sein soll) kleine Schmieden in oberen Stockwerken der Häuser betrieben werden.

Nebst dem großen Schmiede-Amboße findet man in den Werkstätten gewöhnlich noch einen kleineren etwas höher stehenden (das Sperrhorn), der an beiden Enden seiner kleinen viereckigen flachen Bahn ein Horn (das eine kegelförmig wie am Hornamboße, jedoch schlanker; das andere vierseitig pyramidal) enthält, und (weil er durch sein Gewicht allein nicht sicher stehen würde) mit einer unterwärts gehenden, spitzigen Verlängerung (Angel) in seinem hölzernen Stocke fest eingesteckt ist. Man gebraucht denselben, um kleine Arbeitsstücke (zum Theil auch kalt) darauf zu richten, nachzuhämmern und zu biegen.

Zuweilen wird der Stahl, statt ihn auf den Amboß zu legen, glühend in einem großen Schraubstocke (Feuerschraub-

stock) befestigt, der an einem, dem Amboßstocke ähnlichen, niedrigen Klotze so angebracht ist, daß man rund um denselben herumgehen kann.

Die angemessenste Hitze zum Schmieden des Stahles ist eine lebhafte Rothglühhitze, in einigen Fällen auch schwache Weißglühhitze; nur zum Schweißen ist ziemlich starke Weißglühhitze (Schweißhitze) erforderlich, bei welcher der Stahl schon anfängt unter Funkensprühen zu verbrennen. Doch erhitzt man den Stahl im Allgemeinen weniger als das Eisen, weil er durch starke Hitze an Güte verliert. Das Hämmern wird nöthigenfalls fortgesetzt, bis der Stahl nur mehr dunkelroth glüht, worauf er von Neuem in das Feuer kommen muß, sofern die Bearbeitung noch nicht vollendet ist. Gegenstände, denen man einen besonderen Grad von Härte, Dichtigkeit und Steifheit (freilich auf Kosten der Festigkeit) verleihen will, hämmert man nach ihrer Vollendung noch so lange mit leichten Schlägen, bis sie gar nicht mehr glühen; ja man wendet in solchen Fällen öfters das Naßschmieden (mit einem in Wasser getauchten Hammer auf dem ebenfalls naß gemachten Amboß) an, welches zugleich den Vortheil gewährt, daß der Glühspan vollkommener abspringt, und die geschmiedeten Flächen sehr glatt werden. So erhalten die Spiralfedern der gewöhnlichen Glockenzüge, die nur aus Eisen gemacht sind, ihre Elasticität durch nasses Schmieden. Auch ordinäre Stahlsachen, welche nur einer mäßigen Hitze bedürfen, schmiedet man naß, und wendet dann keine weitere Härtung an. — Als Material für die Schmiedewerkstätten dient der im Handel vorkommende, geschmiedete oder gewalzte Stahl, welchen man jedesmal in solcher Stärke anwenden muß, daß es nicht zu viele Bearbeitung erfordert, um einen Gegenstand von verlangter Gestalt zu liefern. Sehr große Arbeitsstücke, zu welchen man den Stahl nicht von hinreichender Dicke herstellen kann, schweißt man aus zwei oder mehreren Stäben zusammen. Nur schmiedet man große Stücke auf den Stahlhämmern unmittelbar aus den Frischluppen; doch verdient dieses Verfahren

keine Empfehlung, weil der Luppenstahl noch wenig gleichförmig und mehr oder minder unrein und unganz ist. Selbst in dem käuflichen Stahl finden sich oft unganze, d. h. unvollständig geschweißte Stellen, welche man durch Ausschweißen des Stahls — d. h. durch mäßiges Aushämmern desselben in der Schweißhitze, auch wohl durch Zusammenschweißen mehrerer zusammengelegter Stücke und nachheriges Ausstrecken — vor dem wirklichen Verschmieden meistentheils beseitigen kann. Stark verrosteter Stahl ist, nach Erfahrung, vorzüglicher zum Verschmieden als ungerosteter.

Das Erhitzen des Stahls geschieht in der Esse (Schmiedeesse) bei Holzkohlen-, Steinkohlen-, oder Koaks-Feuer, welches durch einen doppelten Blasbalg oder ein Windrad-Gebläse (Flügelgebläse, Centrifugal-Gebläse) rc. angefacht wird. Die Esse ist ein von Ziegeln gemauerter Herd, über welchem zur Auffangung des Rauches ein Mantel, der sich in den Schornstein öffnet, angebracht ist. Die Feuergrube, eine Vertiefung des Herdes, in und über welcher die brennenden Kohlen liegen, ist an der Brand- oder Feuermauer angebracht, viereckig, von verschiedener Größe nach der Größe des erforderlichen Feuers, und ungefähr 3 Zoll tief. Um das schnelle Ausbrennen der Mauer zu verhindern, bekleidet man sie an dieser Stelle mit einer sehr dicken gegossenen eisernen Platte. Von der Feuergrube aus geht horizontal eine Oeffnung in die Mauer; in diese Oeffnung ist die Form, Windform, ein 3 bis 4 Zoll breites und dickes, 9 bis 12 Zoll langes Stück Gußeisen mit konischer Höhlung, so eingesetzt, daß ihre engere Oeffnung dem Feuer zugewendet erscheint, während in das weitere Ende die Düse oder Deute des Gebläses gelegt wird. Die Steinkohlen werden, wenn sie in Brand sind, von Zeit zu Zeit mit Wasser bespritzt, oder fast begossen, indem man einen stark durchnäßten Lappen an einem eisernen Spieße (Löschspieß), oder den in Wasser getauchten Löschwedel (ein an eisernem Stiele befestigtes Reisigbündel) über das Feuer bringt; ja man legt sogar die

Steinkohlen vor dem Gebrauche in Wasser, um sie recht zu durchnässen, alles dieses in der Absicht, um das Feuer äußerlich abzukühlen und todt zu erhalten. Ein mit Steinkohlen unterhaltenes Schmiedefeuer soll nämlich nie eine stark auflodernde Flamme bilden, vielmehr, um die Hitze zu concentriren und Brennstoffverschwendung zu vermeiden, stets mit todten Kohlen bedeckt sein, welche durch ihre backende Eigenschaft ein Dach über der Gluth bilden. — Bei ununterbrochener Arbeit muß ein Arbeiter ausschließlich zum Hitzemachen, d. h. zum Ziehen des Blasbalges, Zuwerfen der Kohlen und Beaufsichtigen des im Feuer liegenden Stahles angestellt sein. Gewöhnlich liegen dann mehrere Stahlstäbe zugleich im Feuer, die man der Reihe nach zum Schmieden herausnimmt und wieder einlegt, damit ein jeder Stab gehörig heiß werden kann, indeß an den übrigen gearbeitet wird. Um überflüssigen Abbrand zu vermeiden, muß der Stahl nicht gerade vor dem Winde, sondern etwas höher gehalten werden. Der Kohlenverbrauch zum Verschmieden eines bestimmten Stahlgewichtes ist — alles Uebrige gleich gesetzt — desto bedeutender, in je kleinere Stücke die Stahlmasse vertheilt ist, je öfter der Stahl bis zur Vollendung in das Feuer kommen muß (je mehr Hitzen erfordert werden), je öftere Schweißungen vorfallen (weil diese ein stärkeres Glühen verlangen, als das bloße Schmieden), und je mehr die Größe der Form das unumgänglich nöthige Maß überschreitet (folglich durch zu großen Luftzufluß unnöthig Kohlen verbrannt werden). Kleine Gegenstände werden meist in einer Hitze fertig geschmiedet, größere erfordern zwei und oft mehrere Hitzen. Sind viele gleiche (besonders kleinere) Stücke zu verfertigen, welche mehr als eine Hitze erfordern, so schmiedet man sie gewöhnlich alle nach der Reihe aus der ersten Hitze, dann alle aus der zweiten u. s. f. Bei diesem Verfahren gewinnt man, aus einem leicht begreiflichen Grunde, sehr an Zeit. Man kann der Erfahrung zufolge annehmen, daß beim Schmieden kleiner Gegenstände, die in einer Hitze fertig werden, 100 Pfund Stahl meist etwa 70 bis 90 Pfd.

gute Steinkohle, oder 60 bis 70 Pfund Holzkohle erfordern; in andern Fällen kann dieser Aufwand auf 150 bis 200 Pfd. Steinkohle für 100 Pfd. Stahl steigen, oder auf etwa 30 Pfd. sich vermindern. Der Abbrand (Stahlverlust durch den sich erzeugenden und beim Schmieden abspringenden Glühspan) beträgt in gewöhnlichen Fällen 6 bis 10 Procent, steigt aber höher (zuweilen über 20 Procent), wenn mehrere Hitzen erforderlich sind und viele Schweißungen vorkommen.

Seit man die entschiedene Beobachtung gemacht hat, daß der Kohlenaufwand um etwa 30 Procent vermindert wird, und auch eine Verringerung des Abbrandes, so wie eine bemerkbare Ersparung an der Arbeitszeit Statt findet, wenn man den Wind vor seinem Eintritte in das Feuer auf 150 bis 250° Reaum. erhitzt, sind mancherlei Windheitzapparate für Schmiedefeuer in Gebrauch gekommen. Diese bestehen entweder in eisernen Röhren, welche über dem Feuer angebracht sind, oder in einem gußeisernen Kasten, der unter dem Feuer oder neben demselben, an der Brandmauer aufrecht stehend, sich befindet. In diesen durch das Essenfeuer selbst erhitzten Behältnissen nimmt die — auf ihrem Wege vom Gebläse nach der Windform — durchstreichende Luft eine mehr oder weniger erhöhte Temperatur an, vermöge welcher sie unmittelbar beim Eintritte in's Feuer eine äußerst lebhafte Verbrennung erzeugt, so daß in verhältnißmäßig eng umschriebenem Raume eine große Menge Wärme sich concentrirt. Die Arbeit mit heißem Winde gewährt auch den wesentlichen Vortheil, daß durch die intensivere Hitze die von der Steinkohlenasche gebildete Schlacke vollkommen schmilzt und sich daher nicht an den Stahl anhängt. (Es entsteht eine reinere Hitze.)

Die verschiedenen Kohlengattungen sind von sehr ungleichem Werthe für den Gebrauch bei Schmiedefeuern. Holzkohle giebt rasche Hitzen und hinterläßt wenig Asche, welche den Stahl nicht verunreinigt, ist aber theuer und deßhalb größtentheils durch Steinkohle verdrängt, vor welcher sie jedoch zur Bearbeitung des Stahls einen entschiedenen Vorzug behauptet. Oft

gebraucht man Holzkohle mit Steinkohle vermengt, wobei die erstere in's Innere des bereits brennenden Steinkohlenhaufens gebracht wird. Von den verschiedenen Abänderungen der Steinkohlen eignet sich zum Schmiedefeuer vorzugsweise die Backkohle, welche sich leicht entzündet und im Brennen so erweicht, daß sie zusammenbackt; man wendet sie in klein zerbröckeltem Zustande (Grus) an. Das Steinkohlenfeuer giebt eine intensivere, aber auf kleinerem Raume concentrirte Hitze als Holzkohlenfeuer, mit welchem Letztern dagegen leichter eine mildere Hitze in größerer Ausdehnung gleichmäßig erzielt werden kann. Koaks, sowohl für sich allein als auch in Vermengung mit Steinkohle, zeichnen sich noch mehr durch die Fähigkeit aus, in kleinem Raum eine schnelle und starke Hitze hervorzubringen. Braunkohle, Torfkohle und roher Torf sind als Brennmaterial für die Schmiedeesse nur unvollkommene Surrogate der vorgenannten, erzeugen langsame Hitzen und sind wenig ausgiebig; am Ersten können sie noch in Vermengung mit Steinkohlen oder Koaks Anwendung finden. In Ansehung der Wirkung können 100 Pfund gute Steinkohle gleich gesetzt werden mit 80 bis 92 Pfund Holzkohle, oder 50 bis 65 Pfund Koaks, oder 150 bis 350 Pfund Torfkohle. Bei fortwährendem Betriebe verzehrt ein gewöhnliches kleines Schmiedefeuer in der Stunde 5 bis 10 Pfund Steinkohlen, ein Nagelschmiedfeuer nur 2½ bis 3 Pfund, ein Grobschmiedfeuer dagegen bis 20 Pfd. — Das Löschen (Begießen oder starke Beträufeln mit Wasser) ist nur bei Steinkohlen- und Koaksfeuer anwendbar, welche eine zusammengebackene Kruste haben; Holzkohlen würden das Wasser durch ihre offenen Zwischenräume in's Innere des Feuers lassen, und dürfen daher bloß leicht besprengt werden, um auf der Oberfläche des Haufens nicht nutzlos wegzubrennen. Die Steinkohlen schon vor dem Aufgeben sehr stark zu durchnässen, ist zwar ein sehr allgemeiner Gebrauch, aber nach wissenschaftlichen Grundsätzen und vergleichenden Beobachtungen bestimmt nachtheilig, indem dadurch der Kohlenaufwand und der Stahlabbrand vermehrt wird. — Ein wichtiger Punkt für die ökonomische

Führung eines Schmiedefeuers ist die Größe der Oeffnung in der Windform, von welcher wesentlich die Menge der zugeführten Luft, also der verbrannten Kohlen abhängt: eine zu kleine Formöffnung giebt zu wenig Wind, mithin zu geringe Hitze; eine zu große bewirkt Kohlenverschwendung. Gewöhnlich hat die (kreisrunde) Formöffnung für ganz kleine Feuer $^1/_2$ Zoll, für mittlere $^3/_4$ Zoll, für große 1 bis 1 $^1/_4$ Zoll Durchmesser. Macht man sie, wie es zu weilen geschieht, halbkreisförmig, so muß der Durchmesser fast um die Hälfte vergrößert werden, um dieselbe Flächengröße zu erlangen. Die gußeisernen Formen nutzen sich durch Oxydation im Feuer allmälig ab, müssen daher von Zeit zu Zeit weiter nach der Feuergrube vorgeschoben und zuletzt erneuert werden; kupferne Formen halten sich länger, sind aber viel theurer. Um die Zerstörung der Form zu verhindern, hat man Einrichtungen, vermöge welcher dieselbe durch einen um sie herum circulirenden Wasserstrom kühl gehalten wird. In der Absicht, die Vertheilung des Windes im Feuer zu befördern, ist der Vorschlag gemacht worden, die Oeffnung der Form etwa auf's Dreifache des Durchmessers zu erweitern, dagegen concentrisch in derselben einen konischen Pfropf (mit dem dicken Ende gegen die Feuerseite gerichtet) von solcher Größe anzubringen, daß die von demselben offen gelassene ringförmige Ausströmungsfläche denselben Inhalt hat, wie die gewöhnliche Kreisöffnung. — Statt der üblichen Spitzbälge sind Blasbälge von quadratischer Gestalt wegen Raumersparniß, Wohlfeilheit und gleichmäßigern Blasens zu empfehlen. Ist im Augenblicke, wo das Eisen aus dem Feuer genommen wird, der Balg eben aufgeblasen, so leert er sich ohne Nutzen und verbrennt sogar durch die dabei in's Feuer getriebene Luftportion einen gewissen Theil Kohlen ohne allen Zweck, wodurch im Laufe der Zeit eine nicht unmerkliche Kohlenverschwendung entsteht. Hiergegen dient eine Sperrvorrichtung, mittelst welcher das Blasen augenblicklich eingestellt werden kann. Noch weniger wird eine Vorrichtung zur Regulirung und gänzlichen Abstellung des Windes

in dem Falle, wo ein durch Dampfkraft 2c. betriebenes Gebläse für mehrere Feuer zugleich benutzt wird.

Der Stahl kann nur dann mit freier Hand beim Schmieden regiert werden, wenn er die Gestalt eines hinreichend langen Stabes hat, der nur an einem Ende Glühhitze erfordert. Man schmiedet das glühende Ende zur gehörigen Gestalt aus, und haut das fertige Stück ab, worauf mit dem Reste des Stabes die Arbeit wiederholt wird, u. s. w. Wird er endlich zu kurz, so schweißt man einen neuen Stab daran. In allen jenen Fällen aber, wo der zu bearbeitende Gegenstand kurz ist, oder ganz glühend gemacht werden muß, ist ein Hülfsmittel nöthig, um ihn auf dem Amboße halten und wenden, in's Feuer legen und wieder herausnehmen zu können. Hat das Stück ein Loch, so steckt man oft ein Eisenstäbchen durch dasselbe, biegt dieses um und bildet so gleichsam eine Art Stiel; bei anderen kurzen Gegenständen schweißt man wohl auch ein Stahlstäbchen (einen Schweif) an, welches nach Vollendung der Arbeit wieder abgehauen wird. Meistentheils aber gebraucht man Schmiedezangen von verschiedener Form und Größe. Sie sind von geschmiedetem Eisen, mit langen Griffen versehen und werden durch einen Ring oder eine Klammer, welche man über die Griffe schiebt, fest geschlossen. Das Maul der Zange (die zwei Theile, welche den Stahl fassen) ist entweder gerade oder gekrümmt, oder rechtwinkelig aufgebogen.

Kleine Arbeiten werden von einem einzigen Arbeiter geschmiedet, der mit der linken Hand den Stahl regiert, in der Rechten aber den Schmiedehammer führt. Bei größeren Gegenständen sind außer dem Schmiede oder Meister auch noch Gehülfen, Zuschläger, nothwendig, welche ihre schweren Zuschlaghämmer mit beiden Händen schwingen; während jener den Stahl so wendet, schiebt und dreht, daß die Schläge auf die gehörige Stelle fallen, auch wo es nöthig ist durch seinen kleinen Hammer nachhilft, die zu treffenden Stellen durch Zeichen andeutet, überhaupt das ganze Geschäft leitet. Daß das Schmieden mit taktmäßiger Aufeinanderfolge der Schläge ge-

schehe, ist unerläßlich, wenn nicht die verschiedenen Arbeiter mit ihren Hämmern einander hinderlich sein sollen.

Um durch Schmieden die höchst mannichfaltigen Gegenstände hervorzubringen, welche auf solche Weise erzeugt werden, sind außer Hammer und Amboß noch mehrere Hülfswerkzeuge, auch besondere Verfahrungsarten nothwendig. Ueberhaupt lassen sich die wesentlichen beim Schmieden vorfallenden Operationen aus folgender Uebersicht erkennen:

1) Das Ausstrecken und Formgeben mit alleiniger Anwendung der Hämmer. Alles beruht hierbei auf einem Dehnen oder Austreiben des Stahls; und um die gewünschte Gestalt des Arbeitsstückes hervorzubringen, muß der Schmied im Stande sein, mit schnellem Ueberblick die Hammerschläge gerade auf den rechten Ort, in der gehörigen Stärke und Anzahl zu lenken. Allgemeine Regeln sind bei einer Sache, wo es so gänzlich auf persönliche Geschicklichkeit und richtige Auffassung des besondern Falles ankommt, nicht zu geben. Zu bemerken ist jedoch, daß man die Finne der Hämmer gebraucht, wenn der Stahl stark gestreckt werden muß; dagegen die Bahn, um denselben gelind auszudehnen oder gar nur zu ebenen und die von der Finne gemachten Eindrücke wegzuschaffen. Unter verschiedenen Umständen sind bald solche Hämmer, deren Finne in der Richtung des Stieles steht, bald solche, wo sie quer gestellt ist, bequemer anzuwenden.

2) Das Stauchen. Man versteht darunter eine Behandlung des Stahles, wodurch derselbe in der Richtung seiner Länge auf sich selbst zusammengedrückt wird, damit er entsprechend an Dicke zunehme. Man denke sich z. B. einen überall gleich dicken Stahlstab, den man in einem Theile seiner Länge glühend gemacht hat; werden beide Enden gewaltsam näher gegen einander geschoben, so muß der Stab nicht nur kürzer werden, sondern zugleich an der durch das Glühen erweichten Stelle aufschwellen, d. h. eine größere Dicke annehmen. Dieses Mittel wird benutzt, sowohl um Verdickungen in der Mitte oder Ausbreitungen an den Enden eines Stahlstückes hervor=

zubringen, als auch um Theile, welche etwa aus Versehen zu dünn geschmiedet wurden, wieder zu verbessern. Kurze Stücke werden gestaucht, indem man sie aufrecht auf den Amboß stellt, und auf das obere Ende in verticaler Richtung mit dem Hammer schlägt. Längere Gegenstände stößt man mit einem Ende horizontal gegen eine Seite des Amboßes, während das andere Ende mit der Hand, oder in der Zange festgehalten wird; oder man legt sie über den Amboß, und schlägt horizontal mit dem Hammer gegen das Ende. Sehr lange und schwere Stücke endlich werden in senkrechter Stellung von ein Paar Arbeitern mit den Händen gefaßt, aufgehoben und kraftvoll gegen einen in der Erde eingegrabenen großen Stein niedergestoßen.

In allen Fällen muß der gestauchte Theil nachher noch überschmiedet werden, theils um die Gestalt desselben gehörig auszubilden und den beim Stauchen gewöhnlich krumm gewordenen Stahl wieder zu richten; theils um etwaige unganze Stellen, die sich durch das Stauchen geöffnet haben können, zu verbessern. Ist der Stahl schlecht, oder staucht man zu sehr, so entstehen leicht Kantenrisse oder Trennungen der Fasern im Innern.

3) Das Ansetzen. Wenn ein Theil eines Arbeitsstückes vor der Fläche eines benachbarten Theiles vorspringen oder einen Ansatz bilden soll, so kann dieß auf mancherlei Weise erreicht werden. Legt man z. B. ein flaches und etwas dünnes Stahlstück so auf den Amboß, daß ein Theil desselben über die Kante der Bahn hinausragt, und bearbeitet es dann oben (so weit der Amboß es unterstützt) mit dem Hammer, so bleibt das freiliegende Ende dicker. Bei kleinen Gegenständen erreicht man auf gleiche Weise denselben Zweck durch Anwendung eines eisernen, verstählten Stöckchens von parallelepipedischer Gestalt, welches mittelst eines unten daran befindlichen Zapfens in das Loch des Amboßes gesteckt wird. Als ein sehr gewöhnliches Werkzeug zum Ansetzen dient der Setzhammer, Setzmeißel, Setzstempel, welcher an Gestalt einem gewöhnlichen Hammer ähnlich ist, an seinem hölzernen Stiele

gehalten und auf den Stahl gestellt wird, wonach man auf das obere Ende des Kopfes Schläge mit dem Schmiedehammer oder Zuschlaghammer führt. Das mit dem Stahl in Berührung kommende Ende ist entweder flach und rechtwinkelig gegen die Seiten gestellt (gerader Setzhammer); oder flach und schräg (schräger Setzhammer); oder von der Gestalt, wie die Finne der Schmiedehämmer (runder Setzhammer, halbrunder Setzstempel). Der gerade Setzhammer erzeugt einen rechtwinkeligen Ansatz dort, wo er auf den Stahl gestellt wurde. Läßt man den Stahl über den Amboß hinausragen, und stellt den Setzhammer so darauf, daß sein Rand mit dem Rande des Amboßes einerlei Lage hat, so wird der Stahl zwischen Amboß und Setzhammer gequetscht, verdünnt, und der hinausragende Theil, welcher seine ursprüngliche Dicke behält, bildet einen doppelten Ansatz, nämlich zugleich auf der oberen und auf der unteren Fläche. Der schräge Setzhammer macht einen spitzwinkeligen Eindruck. Der runde Setzhammer bringt eine rinnenförmige Vertiefung hervor, taugt also z. B. zur Bildung rund ausgeschweifter Ansätze. Liegt dabei der Stahl nicht auf der Fläche des Amboßes, sondern auf einem im Loche des Amboßes angebrachten Stöckchen, welches einerlei Gestalt mit dem abgerundeten Ende des Setzhammers hat, so entstehen zwei gleiche rinnenartige Eindrücke einander gegenüber.

Die Setzhämmer, sowie andere Hülfswerkzeuge des Schmiedes, welche ruhig gehalten und mit dem Hammer geschlagen werden (als: Schrotmeißel, Stieldurchschläge, Aufhauer, Ober-Gesenke) versieht man gern statt der steifen Holzstiele mit biegsamen und elastischen Stielen aus doppelt zusammengebogenen Haselnußruthen, wodurch der haltenden Hand sicherer die unangenehme Erschütterung — das sogenannte Prellen — erspart wird. Der Setzhammer ꝛc. bekommt hierbei kein Loch für den Stiel, sondern die Ruthe wird um ihn herumgewickelt.

4) Das Biegen. Runde Biegungen werden gemacht,

indem man den Stahl um eine geeignete Stelle des Horns am Amboße oder des Sperrhorns, oder um einen cylindrischen oder kegelförmigen Dorn, der in der Hand gehalten wird, herumklopft. Doppelte (S-förmige) Krümmungen werden mittelst einer eisernen Gabel (Sprenggabel) hervorgebracht, welche aufrecht in das Loch des Amboßes eingesteckt wird, und um deren zwei cylindrische Schenkel man das glühende Stahlstäbchen windet, so daß jeder Haken des S einen Schenkel umschließt. Winkelbiegungen erzeugt man leicht durch Umklopfen des Stahls über die Kante der Amboßbahn oder eines in den Amboß gesteckten Stöckchens (von der Art, wie es zum Ansetzen gebraucht wird). Um einen durch Versehen beim Schmieden windschief gewordenen Theil zurecht zu drehen oder in die richtige Ebene zu biegen, gebraucht man eine Art langstieligen Hakens, nämlich einen Eisenstab, welcher zwei Mal rechtwinkelig gebogen ist, so daß er die Gestalt dreier Seiten eines Quadrates darbietet, von welchen die eine sehr verlängert ist, um als kräftiger Hebel zu wirken.

Zum Biegen großer Gegenstände kommen mancherlei mechanische Vorrichtungen in Anwendung. Man bedient sich zu dieser Operation gußeiserner Walzwerke, welche gewöhnlich aus drei Cylindern bestehen, durch welche der Stahlstab hindurchgeführt wird, ähnlich wie bei der Fabrikation der eisernen Radreife für Fuhrwerke. Je nach der Stellung der Walzen gegeneinander, von denen zwei in gleicher Höhe mehr oder weniger von einander entfernt angebracht sind, während die dritte, parallel zu den beiden ersteren, zwischen ihnen, aber etwas höher liegt und sich stets um ihre Achse dreht, muß der Stahlstab während seines Durchganges eine Kreiskrümmung von kleinerem oder größerem Durchmesser annehmen. — Das Biegen krummer Stäbe kann ferner aber auch um Holzmodelle mittelst eines Hebels geschehen, wodurch man direkt und ganz sicher die richtigen Formen und Dimensionen erzielt.

Unter die mit dem Biegen zusammenhängenden Operationen gehört auch das Geraderichten von Stangen, Schie-

nen, Röhren und dergleichen. Sofern es sich dabei nur um geringe Correktionen handelt, pflegt diese Arbeit wohl auch am kalten Stahl vorgenommen zu werden; starke Krümmungen kann man aber nicht anders als in der Glühhitze beseitigen. Das einfachste Mittel zum Geraderichten ist die Anwendung des Hammers, das Geschäft ist aber zeitraubend und erfordert viel Umsicht und Geschicklichkeit. Auch findet man oft, daß durch die verdichtende Wirkung der Hammerschläge eine oberflächliche Spannung erzeugt wird, welche die gerade Gestalt erhält, hingegen beim nachherigen Abdrehen oder Abfeilen verschwindet, so daß dann die Krümmung wiederkehrt. Andere Methoden des Geraderichtens sind: Anwendung einer Schraubenpresse, das Rollen zwischen zwei gußeisernen Tafeln (für Röhren), das Rollen zwischen drei im Dreieck und genau miteinander parallel gelagerten gußeisernen Walzen, in deren Zwischenraum der zu richtende Rundstab vom Ende der Walzen aus eingeschoben wird.

5) Das Abhauen, Abschroten. Sowohl um ein fertig geschmiedetes Arbeitsstück von dem Stabe, welcher das Material dazu hergegeben hat, zu trennen, als um überhaupt Theile des Stahles beim Schmieden abzunehmen, bedient man sich meißelförmiger, schneidiger Instrumente, welche auf zwei verschiedene Arten gebraucht werden, und daher zweierlei Namen führen. Der Abschrot ist ein breiter und sehr kurzer Meißel, der mit seinem Stiele oder Zapfen in das Loch des Amboßes eingesteckt wird, und die Schneide aufwärts kehrt. Man legt den Stahl auf die Schneide und schlägt auf jenen von oben mit dem Hammer. Der Schrotmeißel ist ein gewöhnlicher Meißel, den man frei mit der Hand hält, auf den Stahl setzt, und durch Hammerschläge eintreibt. Die schmäleren Schrotmeißel sind 8 bis 10 Zoll lang, und werden unmittelbar mit der Hand gefaßt. Die breiteren sind kürzer, und hammerähnlich mit einem hölzernen Stiele versehen; der Stiel steht entweder mit der Schneide gleichlaufend, oder rechtwinkelig gegen dieselbe, indem bald das Eine, bald das

Andere bequemer ist. Sowohl mit dem Abschrot als mit dem Schrotmeißel wird der Stahl gewöhnlich nicht völlig durchgehauen (um eine Beschädigung der Schneide durch Hammer oder Amboß zu vermeiden); sondern wenn die zertheilten Stücke noch durch ein dünnes Band zusammenhängen, bricht man sie durch Umbiegen vollends von einander.

Damit der Schrotmeißel und andere verstählte Werkzeuge, welche beim Schmieden gebraucht werden, durch die Erhitzung in Berührung mit dem glühenden Stahl nicht weich werden, muß man dieselben nach gemachtem Gebrauche schnell in Wasser ablöschen.

6) Das Durchlöchern. Man kann Stahl ziemlich schnell und regelmäßig durchbohren, indem man ihn weißglühend über einen (um zu schnelle Abkühlung zu verhindern) erhitzten eisernen Ring legt, welchen er nur an zwei Punkten berührt, dann eine Schwefelstange senkrecht aufsetzt und allmählig niederdrückt, in dem Maße wie sie schmilzt. Der Stahl vereinigt sich schnell, unter Entwickelung einer schönen, gefahrlosen Feuergarbe, mit dem Schwefel, und bildet leicht schmelzbares Schwefeleisen, welches in einem, unter den Ring gesetzten Wassergefäße aufgefangen werden kann. Das Loch fällt indessen etwas rauh aus, und wird auf der obern Seite, wo der Schwefel zuerst eingedrungen ist, weniger regelmäßig. Eine Stange von $1/2$ bis $3/4$ Zoll Dicke ist in höchstens 20 Secunden durchbohrt.

Beim Schmieden werden Löcher im Stahl auf zweierlei Weise hergestellt, nämlich durch Lochen oder durch Aufhauen. Beim Lochen wird ein Stück Stahl (ein Putzen) von der Gestalt und Größe des beabsichtigten Loches herausgeschlagen, indem man den glühenden Stahl über das Loch des Amboßes oder auf einen Lochring legt, einen Durchschlag aufsetzt und letztern durch Hammerschläge eintreibt. Der Durchschlag gleicht in der Gestalt überhaupt dem Schrotmeißel, bis auf den einzigen Unterschied, daß das dünnere, verstählte und gehärtete Ende des Werkzeugs statt der Schneide

eine flach abgeschliffene Fläche besitzt, gerade von der Gestalt und Größe, wie das Loch, welches man hervorbringen will. Man unterscheidet viereckige Durchschläge (mit quadratischer Fläche), flache (mit länglich viereckiger Fläche) und runde (mit kreisförmiger Fläche); jede Gattung hat man wieder von mehreren Größen. Wie die Schrotmeißel, so sind auch die Durchschläge von zweierlei Art: solche, die man wie einen Hammer an einem wagrechten hölzernen Stiele hält (Stiel-Durchschläge), und andere, die unmittelbar angefaßt werden (Hand-Durchschläge). Der Lochring, auf welchem der Stahl beim Lochen hohl aufliegt, ist ein eiserner Ring von 2 bis 4 Zoll Durchmesser, 1½ bis 3 Zoll Höhe und ¼ bis ½ Zoll Wandstärke; statt desselben gebraucht man auch eine starke verstählte Eisenplatte mit mehreren Löchern von verschiedener Größe und den dreierlei Gestalten, welche die Durchschläge haben (Lochscheibe). Streut man, bevor das Werkzeug durchgedrungen ist, etwas Kohlenstaub in die Vertiefung, so erleichtert dieß schließlich das Wiederherausziehen des Durchschlages. Wenn man den Durchschlag von einer Seite des Stahles her ganz durchtreibt, so wird wegen der verjüngten Gestalt des Werkzeugs das Loch an der Seite, wo jenes eingedrungen ist, beträchtlich weiter als auf der andern Seite. Deßhalb locht man dickere Stahlstücke von beiden Seiten aus, von jeder Seite halb; und das Loch ist dann in der Mitte am engsten. Zuletzt muß nicht nur dieser Unregelmäßigkeit des Loches abgeholfen werden, sondern sehr oft ist es auch erforderlich, das Loch noch zu erweitern, da man nicht Durchschläge für alle Löchergrößen vorräthig halten kann. Beides wird durch Eintreiben eines Dorns in das Loch bewerkstelligt. Ein Dorn ist ein 6 bis 12 Zoll langer, gehärteter Stahlkörper von quadratischem, rechteckigem oder kreisrundem Querschnitte, der sich schlank pyramidalisch oder konisch verjüngt. Das dünnere Ende wird zuerst in das Loch geschoben, und je weiter man in letzteres den Dorn hineinschlägt, desto weiter wird es. Diese Bearbeitung heißt das

Ausdornen oder Dornen. Oft dient ein Dorn dazu, dem Loche eine von seiner ursprünglichen verschiedene Gestalt zu ertheilen; so macht man mittelst dreieckiger, viereckiger und sechseckiger Dorne runde Löcher dreieckig, quadratisch oder sechseckig. Daher bedarf man keiner dreieckigen und sechseckigen Durchschläge. Beim Durchschlagen runder Löcher ist es oft nöthig, daß der Mittelpunkt des Loches genau auf eine bestimmte Stelle komme. Um dieß zu bewirken, schlägt man voraus mittelst des Körners eine trichterförmige Versenkung ein, in welcher dann der Durchschlag leicht richtig aufgesetzt werden kann. Der Körner gleicht einem runden Durchschlage, nur daß er statt der ebenen Endfläche eine stumpf-kegelförmige Spitze besitzt.

Das Aufhauen ist vom Lochen dadurch verschieden, daß die Oeffnung bloß durch Aufspalten und Auseinandertreiben des Stahles entsteht, ohne daß von letzterem ein Theil weggenommen wird. Man bedient sich dieser Methode, wenn es darauf ankommt, den Stahl neben dem Loche ungeschwächt zu erhalten; wie unter Andern bei dem Loche in einem Hammer, bei Zangen, wo durch den Spalt des einen Theils der andere Theil durchgeschoben wird, u. s. w. Das Werkzeug zu dieser Arbeit ist der Aufhauer (mit und ohne Stiel), welcher sich vom Schrotmeißel nur dadurch unterscheidet, daß er schlanker, und daß seine Schneide nicht geradlinig, sondern etwas gerundet ist, um leichter einzubringen. Indeß bedient man sich doch auch öfters des Schrotmeißels selbst. Dem Arbeitsstücke legt man eine Platte von Schmiedeeisen unter, damit die Schneide des Werkzeugs nicht mit der Amboßbahn in Berührung kommt. Die durch Aufhauen gebildeten Löcher werden mittelst der Dorne erweitert und vollends ausgebildet (Auftreiben).

7) Die Bildung eines Kopfes an Nieten, Bolzen und dergl. — Gewöhnlich werden dergleichen Köpfe in einem sogenannten Nageleisen verfertigt. Es ist dieß ein langes und schmales, auf der obern Fläche mit aufgeschweißtem Stahle belegtes Eisenstück mit einem Loche, auch zwei

oder mehreren Löchern, welche sich nach unten etwas erweitern. Nachdem beim Ausschmieden des Bolzens ein Ende desselben etwas dicker gelassen ist, wird derselbe vom Stahlstabe abgehauen und so in das Nageleisen gesteckt, daß der dicke Theil oben aus dem Loche hervorragt. Dieser Theil ist es, den man dann sogleich durch Hammerschläge zu einem Kopfe ausbildet. Soll der Kopf mehr Regelmäßigkeit erhalten, so setzt man auf denselben einen stählernen Stempel (Kopfstempel) mit einer Vertiefung von angemessener Gestalt, welche letztere sich dem Kopfe aufdrückt, wenn man oben auf den Stempel mit dem Hammer schlägt, oder man versieht das Nageleisen mit einer, das Loch umgebenden, zweckmäßig gestalteten Einsenkung, in welche das Eisen hineingehämmert wird. Das Loch im Nageleisen muß an Gestalt und Größe zu dem Querschnitte des Bolzens passen; daher hat man Nageleisen mit kreisrunden, quadratischen und rechteckigen Löchern von verschiedener Größe nöthig.

Hier kann bemerkt werden, daß es zur Bildung eines Kopfes oder dicken Endes an einem Bolzen und dergleichen überhaupt drei Wege giebt, unter welchen man nach den Umständen zweckmäßig wählen muß: a) Man nimmt Stahl von solcher Dicke, wie der Kopf erfordert, und erzeugt den dünneren Schaft durch Ausstrecken unter dem Hammer; dieses Verfahren ist gewöhnlich zu weitläufig, obwohl an sich das beste. b) Man nimmt Stahl von der für den Schaft erforderlichen Stärke, und bildet den Kopf durch Stauchen (wie bei Anwendung eines Nageleisens). c) Man schweißt um das Ende des Schaftes einen Ring fest, um die Verdickung zu erzeugen; diese Methode ist besonders für die größten Köpfe geeignet, welche durch das dazu nöthige starke Stauchen leicht rissig ausfallen würden, wenn man sie nach b) verfertigen wollte.

8) Das Schmieden über dem Dorn. Hohle (ring- und röhrenartige) Schmiedearbeiten können auf ihrem Umkreise nicht ohne Beschädigung ihrer Form gehämmert werden, wenn man sie nicht auf einen in die Höhlung passenden Dorn steckt,

der gewöhnlich aus einem cylindrischen Eisenstabe besteht, und mit Lehmwasser bestrichen wird, um nicht mit dem Arbeitsstücke zusammen zu schweißen. Größere Ringe bearbeitet man auf dem kegelförmigen Horne des Amboßes.

In manchen Fällen kommt es bei dem Schmieden rohr- und ringförmiger Gegenstände über dem Dorn als ein Vortheil in Betracht, daß die Stahlfasern in der cirkelförmigen Krümmung laufen. So werden kleine stählerne Schraubenmuttern zweckmäßiger aus einem Stahlstabe über dem Dorn gebogen und geschweißt, statt massiv geschmiedet und nachher gelocht. Im erstern Falle ist die Lage der Stahlfasern fast übereinstimmend mit jener des Schraubengewindes, welches in das Loch geschnitten wird, und das Gewinde wird darum dauerhafter, indem es nicht ausbricht oder bröckelt, wie bei Muttern, welche aus massivem Stahl gelocht werden, leicht geschieht.

9) Das Schmieden in Gesenken. Runde Gegenstände können ihre richtige Gestalt durch Schmieden auf dem Amboße nicht erhalten, weil die flache Gestalt der Hammer- und Amboßbahn dieß unmöglich macht. Auch Stücke mit ebenen Flächen sind oft auf dem Amboße nicht zu vollenden, entweder weil sie die Flächen nicht paarweise einander gegenüberstehend darbieten, oder weil ihre Gestalt überhaupt nicht durch die bisher angeführten Hülfsmittel leicht und genau genug auszuarbeiten ist. In allen solchen Fällen bedient man sich vertiefter Formen, in welche der Stahl hineingeschlagen wird; diese Formen führen im Allgemeinen den Namen Gesenke, und eine Werkstätte bedarf ihrer oft in großer Anzahl. Ein Gesenk besteht entweder bloß in einem Untertheile (Untergesenk), oder aus Unter- und Obertheil. Die Untertheile werden mit einem daran sitzenden Zapfen in das Loch des Amboßes gesteckt; oder man stellt sie (mit flachem Boden) auf den Amboß innerhalb eines viereckigen Ringes, dessen Zapfen in das erwähnte Loch eingesetzt wird; oder sie haben einen flachen Boden und schräge Seiten, und werden in einen schwalbenschweifförmigen Falz der Amboßbahn eingeschoben. Einige

große Untergesenke werden ohne alle Befestigungsmittel flach auf den Amboß gestellt und, um bequemere Handhabung zu gestatten, mit einem eisernen Stiele versehen. Das Obertheil (Obergesenk) eines Gesenkes hat eine hammerähnliche Gestalt, enthält in der Bahn die gehörige Vertiefung, und wird an dem Stiele gehalten, während man auf den Kopf Hammerstreiche führt, um den zwischen beiden Gesenktheilen liegenden Stahl zu formen. Die Gesenke sind von Schmiedeeisen gemacht, auf den vertieften Flächen aber mit aufgeschweißtem und gehärtetem Stahle belegt.

Die Verfertigung der Aushöhlung in den Gesenken kann selten durch Ausfeilen geschehen, der regelmäßige Weg ist das Einschlagen mittelst eines gehärteten Stahlstückes, welches die Gestalt des im Gesenke zu schmiedenden Gegenstandes hat (Kern).

Untertheile allein reichen für jene Gegenstände nicht hin, welche, wenn sie im Gesenke liegen, oben eine ebene und horizontale Fläche darbieten. In ähnlicher Weise wirken die schon erwähnten versenkten Nageleisen. Andere Beispiele sind folgende:

Eine viereckige Schraubenmutter mit Ansatz (einer daran befindlichen runden Scheibe). — Das Gesenk enthält eine Vertiefung, welche ganz von der Gestalt der Schraubenmutter ist, wenn man bei letzterer von dem Loche absieht. Das Stahlstück wird vorläufig auf dem Amboße so weit als möglich fertig geschmiedet, dann in das Gesenk gelegt und überhämmert. Die vom Hammer getroffene Seite ist natürlich die Grundfläche des Ansatzes, als die breitere. Der Boden des Gesenkes muß ein Loch haben, damit man die vollendete Mutter mittelst eines Stiftes von unten nach oben herausstoßen kann.

Ein dreieckiges Stäbchen. Das Gesenk enthält eine Einkerbung, die durch zwei schräg zusammenlaufende Flächen gebildet wird. Die dritte, offene Seite trifft der Hammer. — In ähnlichen Gesenken können roh vorgeschmiedete sechseckige Schraubenmuttern (ohne Ansatz) fertiggeschlagen werden, indem zwar das Gesenk jeweilig nur zwei der Seitenflächen berührt

und glättet, das Stahlstück aber successive in verschiedene Lagen gedreht und überhämmert wird.

Ein halbrundes Stäbchen. Das Gesenk enthält die Vertiefung, der runden Seite des Stückes entsprechend; die flache Seite bildet sich durch die Hammerbahn.

Zu großer Arbeit dient der Gesenk-Klotz, ein vierseitiger, fast würfelförmiger, von Eisen gegossener Block, z. B. 18 Zoll im Quadrat und 10 oder 12 Zoll dick, welchen man auf einem Amboßstocke nach Bedarf auf eine oder die andere seiner sechs Flächen legt. Von einer der breiten quadratischen Grundflächen nach der entgegengesetzten gehen quadratische, rechteckige, runde Löcher von verschiedener Größe durch, welche gebraucht werden, wenn man das Geräth als Lochscheibe benutzen will. Die vier gleichen schmalen Seiten sind mit halbrunden, winkelförmigen (dreieckigen) und viereckigen Querfurchen und Rippen verschiedenen Kalibers versehen, um als Untergesenke zu dienen.

Nach dem Gesagten ergiebt sich leicht, in welchen Fällen die Gesenke zweitheilig sein müssen. Obertheil und Untertheil sind einander gleich, wenn der hervorzubringende Gegenstand symmetrisch ist. Der einfachste Fall ist das Schmieden eines glatten runden Stabes. Das Gesenk, welches hierzu dient (Rundgesenk) enthält im Untertheil, und eben so im Obertheil, eine etwas weniger als halbcylindrische Höhlung; der Stahl wird nach jedem Schlage gedreht und nach und nach durch das Gesenk fortgerückt, wenn der zu formende Theil länger ist, als das Gesenk. Das Schmieden des Rundstahls auf den Stahlhämmern gehört hierher. Ist ein rundes Stahlstück mit Reifen u. dgl. verziert, oder mit einem kugelförmigen Knopfe, mit einer Ausbauchung, einem Wulste u. dgl. versehen, so entsteht hierdurch bloß eine leicht begreifliche Verschiedenheit in der Gestalt der Gesenkhöhlung. Grobe Schrauben können gleichfalls auf solche Weise in Gesenke geschmiedet werden. Flache Gegenstände aber, welche in zweitheiligen Gesenken geschmiedet werden, gestatten weder noch erfordern sie eine Drehung.

Bei lange dauernder Anwendung eines und desselben Gesenkes zum Schmieden vieler gleicher Stücke verlohnt es der Mühe, das Obertheil mit einer geeigneten mechanischen Vorrichtung zu verbinden, welche den Gebrauch des von Menschenhand geführten Hammers beseitigt und stärkere, wohl auch raschere Schläge auszuüben vermag. So arbeitet man zuweilen mit Gesenken im Fallwerke, wobei das Untergesenk festgestellt ist, das Obergesenk aber mit einem schweren eisernen Klotze, auf dessen unterer Fläche es befestigt ist, zwischen Senkrechtführungen durch Ziehen an einem Seile aufgehoben, dann dem freien Herabfallen überlassen wird. In gleicher Weise können Dampfhämmer, überhaupt Verticalhämmer, sowie andere Schmiedemaschinen, zum Gesenkschmieden gebraucht werden.

10) Das Schweißen*). — Die Verbindung verschiedener Stahlstücke zu einem Ganzen, und die Vereinigung zweier Enden eines nämlichen Stückes kommt beim Schmieden so oft vor, daß die Schweißbarkeit des Stahls nicht nur eine höchst willkommene, sondern gerade jene Eigenschaft ist, durch welche ganz vorzüglich das Schmieden eine so ausgedehnte Anwendung erhält und die Verarbeitung des Stahles und des Schmiedeeisens ihre ungemeine Wichtigkeit erlangt hat. Auch Eisen mit Stahl wird eben so oft durch Schweißen vereinigt. Das Anstählen, Verstählen, Vorstählen eiserner Werkzeuge u. dergl. ist eine Arbeit von der größten Wichtigkeit. Man beabsichtigt dabei nicht nur Kostenersparung, indem man die Stücke bloß theilweise aus Stahl macht; sondern ein anderer wesentlicher Vortheil besteht darin, daß die Werkzeuge nach dem Härten einerseits die Festigkeit und Unzerbrechlichkeit des Eisens, andererseits an den Stellen, wo dieß nöthig ist, die ganze Härte des Stahls besitzen. Der Stahl schweißt im Allgemeinen schwerer als das Eisen, der Gußstahl insbesondere

---

*) Es muß bemerkt werden, daß hier nur von dem Schweißen im Allgemeinen geredet wird und daß wir weiter unten im sechsten Capitel speziell darauf zurückkommen.

am schwierigsten, und mancher Gußstahl gar nicht. Im Ganzen ist die Schweißhitze des Stahls geringer als die des Eisens, und dieser Umstand muß sehr berücksichtigt werden, wenn die Schweißung überhaupt gelingen, und dabei der Stahl nicht durch zu große Hitze seine Güte verlieren (verbrennen) soll. Uebrigens sind rasche Erhitzung, möglichst vollkommener Ausschluß der Luft von dem im Feuer liegenden Stahle, und zweckmäßige Gestaltung der zu vereinigenden Theile wesentliche Bedingungen zu einer vollkommenen Schweißung. Man bestreut daher die in's Feuer gebrachte Arbeitsstücke mit thonhaltigem Sand (Schweißsand) oder zerriebenem Lehm, der mit dem Glühspane der Stahloberfläche zusammenschmilzt und eine dünn geflossene Schlacke bildet, durch welche die Luft abgehalten wird. Doch wird meist, statt des Schweißsandes, und vorzüglich bei Gußstahl, zerstoßenes grünes Glas oder feingepulverter Sandstein, am besten geschmolzener und gepulverter Borax, den man von außen auf die Fuge streut, nachdem das Innere derselben mit einem Brei von Boraxpulver und Wasser bestrichen ist, angewendet, weil Sand zu streng flüssig für die geringere Schweißhitze des Stahls ist. Den Theilen, welche zu vereinigen sind, giebt man eine solche Gestalt, daß sie sich auf einer nicht zu kleinen Fläche berühren, und zugleich die Hammerschläge bequem und wirksam in der erforderlichen Richtung angebracht werden können. Schon vor dem Erhitzen vereinigt man sie womöglich so, daß sie zusammenhalten, und — aus dem Feuer gezogen — ohne Zeitverlust gehämmert werden können. Nur beim Zusammenschweißen von Gußstahl mit Eisen ist es vorzuziehen, beide abgesondert, den Stahl wenig über das dunkle Rothglühen, daß Eisen bis zum Weißglühen, zu erhitzen und dann erst zusammenzulegen, weil man auf diese Weise besser im Stande ist, jedem Theile die für ihn geeignete Hitze zu geben.

Die ersten Hammerschläge beim Schweißen müssen sehr rasch aufeinander folgen, aber nicht sehr heftig sein; man schlägt jedoch stärker zu, wenn einmal die Vereinigung begonnen und

nach dem Vorübergehen des höchsten Hitzegrades das Metall etwas mehr Festigkeit erlangt hat. Kleine mit Gußstahl vorzustählende Stücke (Meißel z. B.) lassen sich ohne Hämmern, durch rasches und kraftvolles Pressen in einem guten Schraubstocke, schweißen. In dem einen wie in dem andern Falle muß Sorge getragen werden, daß die im Innern der Schweißfuge enthaltenen dünnflüssigen Schlackentheile vollständig herausgequetscht werden, daß also der Druck oder das Hämmern an der von dem Ausgange der Fuge entferntesten Stelle anfange und rasch gegen den Ausgang selbst fortschreite.

Folgende Andeutungen über einzelne Beispiele werden das Verfahren beim Zusammenschweißen, An- oder Aufschweißen näher erläutern. — Um zwei Stäbe an einander zu schweißen, legt man ihre Enden (entweder ohne Vorbereitung, oder nachdem man sie plattschaufelförmig geschmiedet hat — abfinnen —) schweißwarm über einander, und schmiedet sie so lange aus, bis das Ganze an der Schweißstelle die Dicke eines einzelnen Stabes besitzt. — Einen Ring bildet man aus einem geraden Stabe, den man an beiden Enden dünner ausstreckt, und über dem Horne des Amboßes oder über einem Dorne zusammenbiegt, worauf die übereinander überragenden Enden schweißwarm zusammengehämmert werden. Man kann auch das eine Ende gabelartig aufhauen und das andere Ende zwischen die beiden Zacken legen. Mit großer Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit gelingt es, selbst Röhren von ziemlich dünnen Stahlplatten zu schweißen, obgleich hierbei die Gefahr des Verbrennens sehr groß ist. Die Schweißstelle hämmert man dann gewöhnlich auf dem Horne des Amboßes. Röhren und Ringe können auch stumpf zusammengeschweißt werden, d. h. so, daß die Enden oder Kanten des im Cirkel gebogenen Stahls sich berühren, ohne übereinander zu liegen, wenn man sie, auf dem Dorne steckend, zwischen den zwei Theilen eines Rundgesenkes bearbeitet, wobei die Kanten nicht von einander weichen können, vielmehr stark zusammengepreßt werden. Um einen Ring auf einen runden Stab zu schweißen, biegt man ein Stahl-

stäbchen ringartig, doch ohne den Ring ganz zu schließen, staucht das Ende des runden Stabes ein wenig, schiebt den Ring auf und bewirkt durch Hammerschläge gleichzeitig dessen Schließung und Befestigung. — Eine ebene Fläche, z. B. die Bahn eines Hammers, kann auf verschiedene Weise verstählt werden. Entweder wird die aufzuschweißende Stahlplatte an ein Paar Stellen durch Einhauen mit dem Meißel mit hervorspringenden Zacken versehen, kalt auf das glühende Eisen geschlagen, wo sie mittelst jener Zacken vorläufig festhält, dann schweißwarm gemacht und überhämmert. Oder man schlägt durch den Mittelpunkt der Stahlplatte ein Loch, in die Eisenfläche eine Vertiefung; treibt in beide einen gezackten stählernen Rietnagel, um die Anheftung zu bewirken, und schweißt dann wie gewöhnlich. Beide Methoden gewähren aber keine sehr feste Verbindung, so daß sich der Stahl durch die Erschütterungen beim Gebrauche des Hammers ziemlich leicht wieder ablöset. Daher ist es am besten, entweder mittelst eines viereckigen Durchschlages mehrere pyramidale Vertiefungen im Eisen zu bilden, und in diese eben so viele stählerne Pflöcke einzutreiben, welche sich sodann beim Ueberhämmern ihrer herausragenden Enden breit stauchen und zu einer, mit dem Eisenkörper auf das Festeste zusammenhängenden Platte verschweißen, oder kleine Bruchstücke von Stahl in einen, auf den Amboß gestellten viereckigen Ring zu legen, dieselben mit Borax zu bestreuen; das weißwarme Eisen darauf zu setzen und schnell zu überhämmern, dann in einer zweiten Hitze die Verbindung zu vollenden. — Die Finne eines Hammers wird mit dem Schrotmeißel aufgespalten, in den auseinandergetriebenen Spalt wird das schneidige Ende eines stählernen Keils eingeschoben, und dann die Schweißung verrichtet. — Eine Axt wird aus einer Eisenstange erzeugt, die man an beiden Enden etwas dünner ausschmiedet, dann zusammenbiegt, um das Ohr oder den Ring zu bilden; zwischen die Enden wird ein Stahlstück gelegt, das Ganze geschweißt, und so die verstählte Schneide hervorgebracht. — Bei schneidenden Werkzeugen, die nur von einer Seite her angeschliffen werden (wie Beile, Hobeleisen,

Lochbeitel und Stechbeitel der Tischler u. s. w.), wird auf die Seite, an welcher die Schneide zu liegen kommt eine dünne Stahlplatte ohne weitere Vorbereitung aufgelegt und angeschweißt. Die Dicke des Werkzeugs besteht dann zum Theil aus Eisen, zum Theil aus Stahl; aber das Anschleifen geschieht immer auf der Seite des Eisens. — Schneidinstrumente, welche zweiseitig angeschliffen werden, so daß die Schneide in die Mitte der Dicke fällt, stählt man, wenn sie dick sind, nach Art einer Hammerfinne oder einer Axt vor; sind sie dünne (wie z. B. die Stemmeisen der Tischler und Zimmerleute, große Messer ꝛc.), so macht man den der Schneide zunächst liegenden Theil ganz von Stahl, das Uebrige von Eisen, legt beide etwas übereinander und schweißt. — Bei einigen stählernen Instrumenten wird oft wenigstens die Angel (das im Hefte oder Griffe steckende Ende) aus Eisen gemacht, um mehr Zähigkeit und Widerstand gegen das Abbrechen zu erlangen; so z. B. bei Säbelklingen. Man schmiedet hier die Angel als ein gerades Stäbchen aus, biegt es in Form eines < um, legt zwischen beide Enden die Klinge und schweißt Alles zusammen.

Wenn eine Schweißung gut gelungen ist, so bemerkt man an der Verbindungsstelle (Schweißstelle) nach dem Abfeilen entweder gar keine Spur von ehemaliger Trennung, oder höchstens eine feine schwärzliche Linie (Schweißnath). Wo Stahl und Eisen neben einander liegen, erkennt man jedoch auf der blanken Fläche den Ersteren durch seine mehr gelblich- oder röthlich-graue Farbe, welche gegen die rein graue des Eisens bei aufmerksamer Betrachtung etwas absticht.

Um eine Bekleidung von Gußstahl auf großen eisernen Gegenständen zu erhalten, kann man sich vortheilhaft des Aufgießens, statt des Anschweißens bedienen. Man höhlt durch Schmieden oder Walzen die Fläche des Eisens dergestalt aus, daß sie eine Rinne von der gewünschten Breite und Tiefe darstellt, bedeckt diese durch ein aufgeschweißtes starkes Eisenblech, und gießt die, so seitwärts überall geschlossene, Höhlung — wäh-

rend das Stück stark glühend ist — vom Ende her mit geschmolzenem Stahle voll. Die Blechdecke wird nachher weggefeilt.

Zweites Capitel.

Von dem Walzen.

Nur in wenigen Fällen werden Walzen auch zur Anfertigung anderer Stahlfabrikate, außer Stäben und Blech, in Anwendung gebracht. Die Nothwendigkeit, kostspielige Walzen herzustellen, welche denn doch nur für Gegenstände von einer einzigen Gestalt und Größe dienen können, während die Erzeugung durch Schmieden nur sehr einfache Werkzeuge erfordert und jede beliebige Abänderung gestattet, wird fast immer ein Hinderniß sehr ausgedehnter Benutzung dieses Princips sein; wogegen freilich im besondern Falle die weit schnellere Erzeugung der gewalzten Gegenstände, verglichen mit den geschmiedeten, überwiegenden Werth haben kann.

Der einfachste Fall, welcher hier angeführt werden kann, ist das Walzen der Spurkranzreifen und der Achsen für Eisenbahnwagen und Locomotiven aus Puddelstahl, wozu ein dem weiter oben erwähnten und in den Figuren 14 und 15 abgebildeten ähnliches, nur mit anders geformten Kalibern versehenes Walzwerk dient; und in der That ist diese Fabrikation im Wesentlichen mit der übereinstimmend, wie wir sie im vierten Capitel des ersten Abschnittes beschrieben haben.

Ein solches Spurkranz-Walzwerk mit 3¾ bis 4½ Fuß langen, 16 bis 19 Zoll dicken Walzen, welche 55 bis 65 Umläufe in einer Minute machen, erfordert eine Betriebskraft von 40 bis 45 Pferden. Nach einer andern Angabe rechnet man auf zwei zusammengekoppelte Walzenpaare, die Cylinder des einen 4 Fuß lang bei 15 Zoll Durchmesser, das andere

$5\frac{1}{2}$ Fuß lang bei 18 oder 19 Zoll Durchmesser, effective 22 bis 25 Pferdekraft (also z. B. eine 33- bis 38pferdige Dampfmaschine, wenn diese 66 Procent reinen Nutzeffect gewährt.).

Die keilförmigen Blätter der Wagenfedern können unter einem Walzwerke verfertigt werden, dessen Cylinder excentrisch, d. h. so mit ihren Zapfen verbunden sind, daß die letzteren außerhalb des Mittelpunktes der Endflächen sitzen. Die Anordnung ist so getroffen, daß die am weitesten von den Drehungsachsen entfernten Theile der Walzenumkreise bei jeder Umdrehung mit einander zusammentreffen. Dadurch kommt es, daß der Zwischenraum zwischen den Walzen sich abwechselnd verengt und erweitert, mithin die gewalzten Stahlschienen in regelmäßiger Abwechselung dünnere und dickere Stellen erhalten. An den dünnsten und an den dicksten Punkten abgehauen, sind die Blätter bis auf das Biegen vollendet.

Wenn man die zwei Cylinder eines gewöhnlichen Walzwerks mit beliebig gestalteten Vertiefungen versieht, welche derartig geordnet sind, daß bei der Umdrehung die Vertiefungen der einen Walze mit jenen der andern regelmäßig zusammentreffen, so entstehen geschlossene Höhlungen, welche auf ähnliche Weise wirken, wie ein zweitheiliges Schmiedegesenk, indem der zwischen die Walzen eingelassene Stahl genöthigt wird, sie auszufüllen und die Gestalt derselben anzunehmen. Auf diese Weise hat man mehrfältig versucht, Messerklingen, Scheeren zc. zu erzeugen; allein, so viel bekannt, haben diese Unternehmungen wegen praktischer (leicht zu errathender) Schwierigkeiten keinen lohnenden Fortgang gehabt. Mit besserem Erfolge walzt man auf ähnliche Weise vier- und sechseckige Schraubenmuttern, sowie mehrere dergleichen Gegenstände von einfacher Gestalt; ferner Stäbe mit wechselsweise dickeren und dünneren Stellen.

Drittes Capitel.

Von dem Stahldraht.

Wir können hier nur einige Bemerkungen über die Anfertigung des Stahldrahtes machen, da es uns zu weit führen würde, speciell zu werden.

Die Verfertigung des Stahldrahtes, sowie des Metalldrahtes im Allgemeinen, wird dadurch bewirkt, daß man einen Stab durch eine Anzahl stufenweise an Größe abnehmender Löcher in einer Stahlplatte, dem Zieheisen oder Drahtzieheisen, zieht, und ihn dadurch nöthigt, nach und nach den Querschnitt anzunehmen, welchen die Gestalt und Größe der Ziehlöcher vorschreibt. Eine Ausnahme davon machen nur die dickeren Stahldrahtsorten, welche zwischen Walzen mit runden Kalibern, auf die weiter oben, im 4. Capitel des ersten Abschnittes beschriebene Weise dargestellt werden.

Beim Drahtziehen wird der in Draht zu verwandelnde Stahlstab oder der durch fortgesetztes Ziehen zu verdünnende Draht mit einer Feile oder mit einem Hammer zugespitzt, durch ein Ziehloch gesteckt, vor dem letzteren mit einer Zange oder auf andere Weise festgehalten, und dann mit angemessener Geschwindigkeit allmälig durchgezogen. Die Operation wird in den folgenden Ziehlöchern, von denen jedes kommende kleiner als das vorhergehende ist, so lange wiederholt, bis der gewünschte Grad der Feinheit erreicht ist.

Die Drahtzieheisen für Stahldraht bestehen aus dem besten Gußstahl und werden mit Sorgfalt gehärtet; die Löcher werden mit einem sehr genau gearbeiteten Dorn calibrirt. Da sich der Stahl beim Durchziehen härtet, so muß er wiederholt ausgeglüht werden, welches in luftdicht verschlossenen Gefäßen geschieht, die von außerhalb der Glühhitze eines Flammenofens ausgesetzt werden.

Die feineren Stahldrahtsorten, von denen überall hier

nur die Rede ist, werden auf sogenannten Ziehscheiben, Leiern oder Leierwerken dargestellt, bei denen das aus dem Zieheisen mittelst einer Zange hervorgezogene Drahtende an dem Umkreise eines Cylinders, der Scheibe, befestigt, und durch das Umdrehen der letzteren der Draht gleichzeitig gezogen und in Form eines Ringes aufgewickelt wird, so daß stets nur ein kurzes Stück zwischen der Scheibe und dem Zieheisen frei ausgespannt ist. Die Umdrehung der Scheiben wird durch Wasser- oder Dampfkraft, und nur bei sehr kleinen Scheiben durch Menschenhände, mittelst Kurbeln, bewirkt. Der Durchmesser der Scheiben muß um so größer sein, je dicker der Draht ist. Das Material zu dem Stahldraht bilden gewalzte Stäbchen. Der englische Stahldraht (von 0,43 Zoll bis 0,03 Zoll Dicke) kommt, zum Gebrauch für Uhrmacher und Mechaniker, gewöhnlich in fußlangen geraden Stücken unter dem Namen Rundstahl (gezogener Rundstahl) im Handel vor. Dünnere Sorten, in Ringen, werden zu Claviersaiten ꝛc. angewendet.

Der englische stählerne Saitendraht besteht aus einer weniger kohlenstoffhaltigen Stahlsorte als der Rundstahl, und ist deßhalb weicher und biegsamer als dieser. — Eigenthümlich geformte Arten von Stahldraht sind der gezogene viereckige Stahl (quadratisch oder flach viereckig im Querschnitte); der Triebstahl, mit 6, 7, 8, 10 oder 12 Längenfurchen (wodurch der Querschnitt die Gestalt eines kleinen gezahnten Rades erhält), von den Uhrmachern zur Verfertigung der Getriebe angewendet; der Sperrkegelstahl, ebenfalls zum Gebrauche der Uhrmacher, nämlich zur Verfertigung kleiner Sperrkegel, daher im Querschnitte von entsprechender Gestalt. Zu erwähnen ist endlich der zwischen Walzen dünn und platt ausgestreckte (geplättete) Stahldraht.

Viertes Capitel.

Vom Stahlblech.

Das Stahlblech, welches in den Künsten und Gewerben, namentlich in der Siderographie oder Stahlstechkunst häufige Anwendung findet, wird zwischen Walzen aus Gußstahlstäben dargestellt. Die Walzwerke sind kleiner als die zur Verfertigung des Eisenblechs angewendeten, höchstens 2 Fuß lang und 10 bis 12 Zoll stark; sie bestehen aus schalenhartem Gußeisen, oder aus gehärtetem Stahl, und haben sehr genau abgedrehte und polirte Oberflächen. Dies und die Härte sind Hauptbedingungen. Der zu Blech auszuwalzende Stahl muß wiederholt in einem Glühöfchen dunkelroth glühend gemacht werden, um die durch das Durchwalzen erlangte Härte und Sprödigkeit zu vermindern, indem die Stahlplatten, vorzüglich die zur Siderographie verwendeten, möglichst weich sein müssen. Eine genaue Beschreibung der Stahlblech-Walzwerke und des Verfahrens zur Darstellung des Stahlblechs zu geben, würde uns hier offenbar zu weit führen, und es mögen daher die obigen Bemerkungen genügen.

Fünftes Capitel.

Das Hämmern des Stahles überhaupt.

Man bedient sich des Hammers, um rothglühenden und dadurch erweichten prismatischen oder cylindrischen Stäben eine beliebige oder überhaupt die verlangte Form zu geben. Diese Operation beruht auf der Plasticität des Stahles und Stabeisens im rothglühenden Zustande, und diese Operation führt nicht allein viel rascher zum Ziele, als der Meißel und die Feile, sondern sie dient noch überdieß zur Erzielung eines an-

deren sehr wesentlichen Zweckes, wie wir schon gesehen haben, nämlich zur Ausgleichung der ungleichartigen Stellen in Stahlmassen, und zur Verdichtung und Consolidirung der ganzen Stahlmasse selbst. Die Bildbarkeit oder Plasticität der rothglühenden Stahlsorten unter dem Hammer hängt von ihrer chemischen Natur oder davon ab, ob sie näher dem Roheisen oder dem Stabeisen stehen. Kein eigentliches Roheisen ist rothglühend hämmerbar, und der rothglühende Stahl ist es um so weniger, je näher er dem Roheisen steht. Stahl dieser Sorte erfordert deßhalb die größte Vorsicht in Bezug auf den rechten Grad der Glühhitze, welche Scharlachröthe niemals übersteigen darf, so wie Umsicht und Geduld im Hämmern, und deßhalb konnte orientalischer, unsere einheimische Arten weit übertreffender Stahl, der sogenannte Wootz und dergleichen, von unseren europäischen Schmieden gar nie bearbeitet werden.

Sie heitzten und hieben darauf los, als hätten sie gewöhnlich hartes Eisen unter dem Hammer, und deßhalb zerfuhr ein solcher Stahl unter dem ersten Hammerstreiche in Stücken, oder er wurde wenigstens so rissig, daß er nicht mehr zu brauchen war. Aber auch der weichste Stahl schmiedet sich unter dem Hammer immer härter als Stabeisen, d. h. er erfordert mehr Kraftanwendung bei seinem Ausrecken. Aller Stahl, der sich bloß seines Kohlenstoffes und Siliciumgehaltes wegen wild und widerspenstig unter dem Hammer in der üblichen Hitze zeigt, hat jedoch in der Regel einen gewissen Hitzegrad, in dem er schmiedbar ist. Man muß diesem Hitzegrade durch Versuche nachspüren, immer liegt er innerhalb sehr enger Grenzen unter dem gewöhnlichen üblichen Hitzegrade der Scharlachröthe. Man kommt deßhalb schnell zum Ziele, wenn man mit einer Hitze beginnt, welche sich der Scharlachröthe nähert. Hat man durch einige wenige Versuche den rechten Hitzegrad ermittelt, so schmiedet man den Stahl anfangs nur vorsichtig, erhitzt ihn wieder, und fährt so langsam fort, bis er sich zuletzt ganz geschmeidig unter dem Hammer zeigt.

Die meiste Umsicht und Geduld hat man beim Ausschmieden der orientalischen oder auch nach dem Principe der Orientalen bei uns erzeugten Gußstahlarten anzuwenden, welche sich durch Härte und Festigkeit vor unseren einheimischen Stahlsorten auszeichnen. Alle diese durch Kunst erhaltenen Stahlkönige ertragen keine höhere, als eine Braunrothhitze, die wenigsten lassen sich in einer Scharlachröthe behandeln, und gewiß in keiner höheren, wenn sie anders sich vor gewöhnlichem Stahle auszeichnen sollen. Man kann sie aber auch nur in diesem bestimmten Hitzegrade schmieden; und sind sie dunkler als braunroth oder kirschroth geworden, so werden sie eben so unhämmerbar, als wenn sie überhitzt worden wären. Ein rasches Schmieden ist deßhalb vor Allem anzuempfehlen, und es ist nothwendig, daß man sogleich mit dem Hämmern aufhöre, sobald die Farbe des Stahles dunkel zu werden anfängt. Ein leichter vom Wasser getriebener Schwanzhammer, wie man ihn zum Ausziehen des Gußstahles in England gebraucht, der gegen 400 Schläge in einer Minute macht, ist deßhalb sehr zu empfehlen, denn durch die schnelle Folge und Gewalt der Schläge wird Wärme im Stahle selbst frei, so daß er viel langsamer erkaltet, als bei einer langsamen Folge von Hammerschlägen.

Ist man nicht im Besitze eines Wasserhammers, so müssen zwei rasch arbeitende Schmiede die Stelle desselben ersetzen.

Beim Ausschmieden ist noch überdieß die Größe des Stahlkönigs zu berücksichtigen, wenn man einen damascirten Gegenstand erhalten will. Denn schmiedet man einen zu kleinen Stahlkönig zu den verlangten Dimensionen, z. B. eines Säbels, so wird der Damast zu fein. Ein zu großer Stahlkönig aber muß eben deßhalb in Stücke zertheilt werden. Ein Stahlkönig von 2¾ Pfund ist hinreichend für einen Säbel, ein Stahlkönig von 4½ Pfund giebt zwei Säbel.

De Luynes schlägt vor, den König zuerst nur um ein Drittheil seiner Dicke zusammenzuschlagen, daß er die Gestalt eines Kuchens erhält. Dann schlägt er ein Loch mittelst eines Punzens von Stahl durch den Mittelpunkt des Kuchens, so daß er

in einen Ring verwandelt wird. Man haut nun mittelst eines Setzeisens den Ring an einer Seite auf, und öffnet ihn successive so, daß er zuerst die Form eines Hufeisens erhält, und zuletzt allmälig in eine gerade Stange verwandelt wird.

Es ist hier sehr Acht zu geben, daß der Stahl während des Auf- und Geradebiegens keinen Riß von innen oder eine Falte außerhalb bekomme, die sogleich weggeschafft werden muß, ehe man weiter fortfährt.

Ist der Stab endlich gerade, so hämmert man ihn anfangs bloß auf einer Seite mit der schmalen Hammerbahn, und so wenig als möglich an der daran liegenden, bis der Stab einmal seiner erforderlichen Länge nahe ist.

Läßt sich der Stab auf keine Weise im Feuer unter dem Hammer behandeln, so muß man ihn einer anhaltenden Hitze aussetzen, ihn zuvor aber mit einem Ueberzuge von gewöhnlichem Thon oder Lehm versehen, dem man, damit er in der Hitze nicht reiße oder herabfalle, Abfälle von Werg, Flachs oder auch Kuhmist beimengt. Hat man ihm endlich eine gute saftige Hitze gegeben, so läßt er sich ganz gewiß besser hämmern, und diese Operation bedarf höchst selten einer Wiederholung. Man zieht ihn dann langsam zu einer Stange von den erforderlichen Dimensionen aus.

Hier jedoch, wie beim Ausschmieden aller Stahlstücke überhaupt, ist die richtige und vorzüglich die gleichmäßige Führung des Hammers von viel größerer Wichtigkeit, als man bisher theilweise zu glauben schien; denn das Gelingen der auf das Hämmern folgenden Operation des Härtens, und auch das Anlassen, hängen größtentheils von der richtigen Ausführung des Hämmerns ab.

Sind nämlich irgend einem Stahlstücke durch ungleichmäßige Führung des Hammers einige Stellen mehr verdichtet worden, als die andern, so ziehen sich die Stellen von ungleicher Dichte beim Ablöschen im Wasser auch in verschiedenem Verhältnisse zusammen, und das Stahlstück hat nach dem Härten seine Form verändert, die ihm durch Feile und Hammer gegeben

worden ist, d. h. es hat sich verzogen. Das Verziehen gemengter Stahlsorten hängt zwar, wie wir später sehen werden, noch von einem anderen Umstande ab; immer aber ist bei reinem Gußstahle eine Ungleichförmigkeit in Bezug auf die Dichte der Stahlmasse, durch Hämmern erzeugt, die Hauptursache des Verziehens während des Härtens. Deßhalb bleibt auch dasselbe Stück, aus den Händen eines geübten Schmiedes hervorgegangen, nach dem Härten vollkommen in der Richtung, die ihm vor dem Ablöschen im Wasser gegeben wurde, während sich dasselbe Stück von einem ungeschickten Arbeiter geschmiedet, nach dem Härten mehr oder weniger verzogen findet.

Es müssen indessen oft Formen geschmiedet werden, bei welchen eine ungleichförmige Verdichtung durch Hämmern auch von dem geschicktesten Arbeiter kaum vermieden werden kann. Um dem unter solchen Umständen sicher erfolgenden Verziehen des Gegenstandes beim Härten vorzubeugen, muß man das Stück vor dem wirklichen Härten ganz gelinde rothglühend machen, und wenn es sich verzogen hat, mit sehr vorsichtigen gelinden Hammerschlägen wieder gerade richten; dann schreitet man erst zum wirklichen Härten.

Bei cylindrischen Stangen ist es gleichfalls gut, dieselben zuerst rund zu schmieden und sie dann in voller Glühhitze um ihre eigene Längenachse schraubenförmig zusammen zu drehen. Dadurch werden die einzelnen ungleichförmigen Theile der Stahlstange ziemlich gleichmäßig über den ganzen Umfang des Stabes vertheilt, so daß die Wirkungen der ungleichförmigen Fasern auf beiden Seiten, wo möglich gleich groß, jedoch einander entgegengesetzt werden, wodurch demnach eine freie und gerade Achse entsteht.

Kalthämmern des Stahls.

Hat der Stahl einmal seine kirschbraune Hitze verloren, so erfordert es viele Vorsicht, den Hammer bei ihm weiter anzuwenden, vorzüglich wenn er ein Stück von großem Umfange oder großer Dicke bildet; und diese Schwierigkeiten wachsen

bis zum vollen Erkalten des Stahles. Tritt hier die geringste Ungleichförmigkeit beim Hämmern ein, so entstehen während des Härtens gewiß Härterisse.

Ist der Stahl endlich sogar gehärtet, so ist die Cohäsion der einzelnen kleinsten Stahltheilchen so groß geworden, daß sie sich durch die Wirkung des Hammers aus ihrer Lage nur mehr auf unendlich kleine Entfernungen verrücken lassen, daß also durch einen Schlag, welcher die Stahltheilchen über diese Verrückungsgrenze führt, die attractiven Kräfte der einzelnen Theilchen auf einander nicht mehr wirken können, und das Gefüge des Stahles locker oder gar zerrissen wird, was vorzüglich an den Grenzen geschehen muß, wo der vom Hammerstreich verdichtete kalte Stahl mit dem vom Hammer nicht berührten zusammenhängt.

Die Verdichtung entsteht immer bei einer Masse von etwas beträchtlicher Größe gegen die Oberfläche zu, und erstreckt sich selten in die Tiefe. Aus dem eben Gesagten läßt sich einsehen, daß, je feiner und dichter der Stahl ist, desto weniger er kaltes Hämmern vertrage, und daß er sich eben desto brüchiger unter dem Hammer verhalten müsse. Je mehr aber ein Stahl sich dem Eisen nähert, desto leichter verträgt er kaltes Hämmern.

Durch vorsichtiges Hämmern jedoch, wobei die verschiebende Kraft so gemäßigt wird, daß sie die Verrückungsgrenze der kleinsten Stahltheilchen nicht überschreitet, läßt sich auch der kalte und sogar der gehärtete Stahl verdichten. Ein Stahl, dessen Dichtigkeit ungeschmiedet 7,698 war, erhält durch Hämmern eine Dichtigkeit von 7,767, und durch kaltes Hämmern eine Dichtigkeit von 7,87.

Das Kalthämmern eines Stahlstückes wird oft angewendet:

1) Im ungehärteten Zustande desselben, um ein Stahlstück durch das Hämmern zu verdichten und ihm mehr Härte, Steifigkeit und Elasticität zu ertheilen.

2) Im ungehärteten Zustande desselben, um ihm auch da den höchsten Grad von Dichtigkeit, Festigkeit und Zähe zu geben, die der Stahl durch bloßes Härten und Anlassen nie erhält,

weil er nach Einwirkung eines gewissen Hitzegrades sich selbst überlassen, mehr oder weniger strebt, krystallische Structur anzunehmen und deßhalb an Festigkeit zu verlieren.

3) Endlich wendet man das Kalthämmern noch an, um durch das Härten verzogenen Stahl wieder gerade zu richten.

Daß beim Verdichten des kalten Stahles die höchste Gleichförmigkeit in Bezug auf die Führung des Hammers beobachtet werden soll, versteht sich von selbst. Die Schläge müssen ziemlich rasch auf einander folgen, und so lange fortgesetzt werden, bis das Stück den verlangten gleichförmigen Grad von Dichtigkeit und Steifheit erreicht hat; man muß jedoch mit dem Hämmern nachlassen, sobald sich das Stück so zu erhitzen anfängt, daß man es nicht mehr mit der bloßen Hand anfassen kann; denn durch jeden neuen Hammerschlag in diesem Zustande würde die Wirkung der vorausgegangenen wieder aufgehoben werden Ist es kalt geworden, so setzt man das Hämmern wieder fort. Es ist kaum zu vermeiden, daß sich nicht Risse an den Kanten bilden; diese müssen mit der größten Sorgfalt nach dem Hämmern mit der Feile oder Scheere weggeschafft werden, sonst bricht das Stück auch beim geringsten Ueberbleibsel eines solchen Risses immer an dieser Stelle und zwar überaus leicht.

Durch eine ungleiche Beschaffenheit des Stahles selbst, oder durch ungeschicktes, ungleichförmiges Hämmern verzieht sich der Stahl während des Kalthämmerns sehr leicht, einige Stellen sind mehr verdichtet als die übrigen, und ziehen deßhalb die weniger verdichteten nach ihrer Seite hin, wodurch er windschief wird. Richtet man das Stück durch Drehen mittelst Schraubstock und Zange wieder gerade, bringt es aber dann in's Feuer, so nimmt ein solches Stück im Feuer seine frühere windschiefe Form wieder an, und diese wird durch darauffolgendes Härten sehr oft noch vermehrt. Um ein solches windschief gewordenes Stück vor dem Härten wieder zu richten, legt man es neuerdings auf den Amboß und führt seine Schläge

vorzüglich auf jene Stellen, die am meisten verdichtet, die übrigen dahin ziehen, und also eine Höhlung bilden. Durch diese mit aller Vorsicht auf die Höhlung angebrachten Schläge werden die an dieser Stelle zu sehr verdichteten Theilchen wieder auseinander getrieben, wodurch den Stahltheilchen der dieser Verdichtung entgegengesetzten Seite gestattet wird, ihre ursprüngliche Richtung wieder anzunehmen. Das Stahlstück darf natürlich nicht hohl liegen, sondern der von der Hammerbahn getroffene Theil muß mit der entgegengesetzten Seite fest auf dem Amboße ruhen. Auch müssen die Schläge kurz geführt werden, damit sie nicht die entgegengesetzte Wirkung hervorbringen, und das Stahlstück nur noch mehr nach dieser Seite hin krümmen. Man nennt diese Operation das Planiren.

Auch der harte Stahl verdichtet sich durch Hämmern, und von dieser Eigenschaft des Stahles machen die Schnitter Gebrauch, wohl so lange sie sich überhaupt der Sensen bedienen. Da der Sensenstahl sich in seinen Eigenschaften sehr dem Eisen nähert, so würde eine Schneide durch bloßes Schleifen erzeugt, entweder viel zu brüchig, oder viel zu weich sein, um den Wirkungen der frischen Halme auf eine hinreichende Zeit zu widerstehen. Der Schnitter dengelt deßhalb die Schneide seiner Sensen, d. h. er legt sie mit der Schneide auf einen kleinen stählernen Amboß und hämmert diese so lange, bis sie hart und dicht genug ist, um ihr mittelst des Wetzsteines eine reine, sich sanft zeigende und so erhaltende Schneide geben zu können. Erst durch Verdichtung mittelst der Hammerbahn wird die Schneide so sanft und fest, daß der Mäher leicht arbeitet.

Auch die Uhrfedermacher härten ihre Stahlfedern, nachdem diese schon durch Eintauchen in die Härteflüssigkeit gehärtet, und bis zur grauen Farbe wieder angelassen worden sind, zuletzt noch durch gleichmäßiges Hämmern, ohne welche Verdichtung durch Hammerschläge sie ihre nöthige Elasticität beim Bläuen durchaus nicht erhalten würden.

Auch der Federstahl ist jedoch noch immer ein Stahl, der in

Hinsicht auf seine Härte ziemlich weit unter dem eigentlichen Meißel- oder Rasirmesserstahl steht. Der Engländer Turrell wendete jedoch das Kalthämmern auch auf Stahl von den höchsten Härtegraden, und zwar mit außerordentlichem Erfolge an.

Man läßt nämlich den Stahl bis zur strohgelben Farbe wie gewöhnlich an, und bearbeitet nur die Kante, die zur eigentlichen Schneide dienen soll, durch gleichförmig fortgesetztes vorsichtiges Hämmern auf einem abgerundeten Amboß mittelst eines gußstählernen polirten Uhrmacherhammers so lange, bis die Kante abgerundet ist. Bei diesem Hämmern wird der Ton, den der Stahl giebt, immer höher und klingender, und diese Zunahme an Klang und Tonhöhe ist zugleich ein Zeichen, aus dem man erkennt, ob die Verdichtung ihren möglichst hohen Grad erreicht habe.

Turrell's Verfahren leistete bei der in neuesten Zeiten zur ungeheuren Ausdehnung gelangten Stahlschreibfedern-Fabrikation die ausgezeichnetsten Dienste, und machte es eigentlich möglich, diese Stahlprodukte zu so niederem Preise zu liefern. Der Stahlmeißel nämlich, vermittelst dessen man den Spalt der stählernen Schreibfedern hervorbringt, muß Rasirmesser-Schärfe haben. Ein Rasirmesser würde natürlich beim ersten Schlage zu Grunde gegangen sein, und ähnliches Schicksal hatten die Schneiden aller Meißel, man mochte sie aus dem besten Gußstahle oder aus dem besten deutschen Schmelzstahle bereiten. Nachdem hingegen die Meißelschneide auf obige Weise kalt gehämmert wurde, bis sie gehörig klang, hielt ein solcher Meißel mit seiner überaus feinen Schneide während eines unausgesetzten Gebrauchs von 12 Stunden.

Daß diese Verdichtung durch Kalthämmern auf alle schneidenden Instrumente, kurz auf alle Stahlgegenstände, die bei sehr großer Dünnheit, die höchst mögliche Härte und Tenacität besitzen sollen, anwendbar sei, läßt sich leicht einsehen; wir müssen jedoch hier noch einmal darauf aufmerksam machen, daß sich diese Verdichtungsmethode nur auf Gegenstände von sehr geringer Dicke anwenden läßt. Bei Stahlstäben von bedeuten-

der Dimension würde diese Operation fruchtlos oder gar nachtheilig sein. Das Verfahren, um Stahlgegenstände, die sich im Härten verzogen, wieder gerade zu richten, beruht auf denselben Principien, wie das Geraderichten windschiefer ungehärteter Stücke, und wir werden beim Härten des Stahles etwas ausführlicher davon sprechen.

Sechstes Capitel.

Verhalten des Stahles in der Weissglühhitze.

Der Stahl erreicht den Zustand des Weißglühens früher als Stabeisen; um so früher, je näher er seiner Natur nach dem Roheisen liegt, und kommt dann in einer um mehr oder weniger Grade höher gesteigerten Hitze in vollen Fluß.

Da Eisen und Stahl in rascher Weißglühhitze, oder in einem dieser oder dem Schmelzen nahen Hitzegrade, vor Luftzutritt geschützt, ihre Plasticität so weit bewahren, daß sie den Hammer aushalten, so wird durch die verdichtende Kraft dieser Hammerschläge noch so viel Hitze dazu frei, daß die kleinsten Theilchen des Stahles in einander schmelzen, und zwei beinahe weißglühend auf einander gebrachte und in diesem Zustande mit dem Hammer zusammengedrückte Stahlstücke sich so innig mit einander vereinigen, als hätten sie ursprünglich nur ein Stück ausgemacht. Man nennt diese Operation das Schweißen des Stahles, und deßhalb die Weißglühhitze, oder die um dieselbe herumliegenden Grade Schweißhitze, und zwar nach dem Ansehen des weißglühenden Stahlstückes, eine saftige Schweißhitze; denn die flüssige Oxydalsilicat-Kruste, welche die Oberfläche des Stahles schützend überzieht, ist spiegelnd eben geflossen.

Läßt man den Stahl, dem man (vor dem Luftzutritt gesichert) Schweißhitze gegeben hat, ruhig erkalten, ohne ihn zu hämmern, so hat er sein früher durch Hämmern erhaltenes

Korn verloren, er ist grobkörnig, von loser, beinahe krystallinischer Structur geworden, ein Zustand, in dem ihn einige Arbeiter verbrannt nennen. Hämmert man ihn in diesem Zustande der Weißglühhitze bis herab zu seinem Erkalten, so kann man auch schlechtem Stahle ein feines Korn ertheilen, so daß er auf dem Bruche selbst dem Gußstahle ähnlich sieht, ohne in Bezug seiner ursprünglichen Natur verbessert worden zu sein.

Den Zutritt der Luft verhindert man durch Bestreuen der zu schweißenden Stahlfläche mit einer Masse, die leicht fließend sich an der dem Schmelzen nahen Stahloberfläche anhängt und sie mit einer glasigen dichten Decke überzieht. Man bedient sich dazu nicht so vortheilhaft wie beim Eisen des Quarzsandes, sondern noch besser eines Thonsilicates, z. B. zerstoßenen feldspathhaltigen Sandsteines, welcher mit der sich oxydirenden Oberfläche des weißglühenden Stahles zu einem leichtflüssigen Eisen-Oxydul-Thonsilicate zusammenfließt. Ebenso bedient man sich im Großen gepulverten und gebrannten guten Thones, oder auch eines Gemenges aus Hammerschlacken und Thonpulver. Der gemeine Stahl wird durch mehrere Mal wiederholtes Schweißhitzen und darauffolgendes Hämmern dichter und gleichförmiger in seiner Textur; indessen hat jedoch auch die Zahl dieser Operationen ihre Grenzen.

Beim Stahle, der aus Eisen durch Cementation mittelst Kohle erzeugt worden ist, verbrennt die Kohle nur gar zu leicht, und der Stahl wird bei öfterem Schweißhitzen wieder zu hartem Eisen.

Cementstahl wird deßhalb schon nach viermal wiederholten Operationen solcher Art sehr weich und dem Eisen nahe gebracht. Schmelzstahl hingegen, der aus Roheisen durch den Stahlfrischproceß in hämmerbaren Stahl verwandelt worden ist, hat auch nach einer zwanzigmal wiederholten Schweißhitze noch kaum an Härte verloren.

Bringt man den Stahl hingegen langsam in den Zustand des Weißglühens und schützt ihn nicht durch einen glasigen

Ueberzug vor Einwirkung der Luft, so geht die Oxydation auf der Oberfläche des Stahles rasch vor sich, erstreckt sich immer tiefer und tiefer, und in eben dem Verhältnisse verliert der Stahl seinen Kohlegehalt, welch letztrer durch die sich oxydirende Stahloberfläche noch rascher verbrannt wird, als durch den Luftzutritt selbst. Ein solches Stahlstück hat auf dem Bruche eine grobe graue körnige Structur, läßt sich nicht mehr im Wasser härten, und ist zu hartem oder auch selbst weichem Eisen geworden.

Erhitzt man endlich Stahl über die Schweißhitze hinaus, oder hat man, anstatt ihn mit dem Luftstrom in Berührung zu bringen, denselben über die Form von Kohlen und brennendem Kohlenoxydgase umgeben gehalten, so verbindet er sich noch vor dem Schmelzen mit mehr Kohle und schmilzt dann entweder früher als gewöhnlich, als Roheisen im Feuer zu einer theilweise schwammigen Masse verbrennend, oder er wird jedenfalls sehr schwer schmiedbar, spröde und bricht unter dem Hammer zerfallend; in beiden Zuständen heißt dann der Stahl verbrannt.

Im glücklichsten Falle bilden sich krystallinische Roheisen-Partien durch die ganze Stahlmasse aus, so wie das überhitzte und zu lang erhitzte Stahlstück unter den Hammer kommt, der immer die Temperatur des Stahlstückes noch erhöht. Die Roheisen-Partien widerstehen dann der Feile beim Zurichten des Stückes gänzlich oder wenigstens mehr als die übrige Stahlmasse, und zeigen sich als die bekannten Knötchen auf einem mittelst der Feile abgerichteten Stahlstücke. Wegen ihrer Beschaffenheit und Form nennen die Schmiede diese Knötchen Hartkörner.

Ein wiederholtes, lange anhaltendes Glühen und vorsichtiges Hämmern kann die übermäßig aufgenommene Kohle im Stahle leicht wieder zerstören, und den Stahl neuerdings schmiedbar machen; der verbrannte, schon in Eisen verwandelte Stahl kann nicht wieder ohne neue Cementation zu Stahl hergestellt werden.

Der Stahl endlich, auch für sich unter einem die Schweißhitze übersteigenden Temperaturgrade in einem Schmelztiegel vor Berührung der Luft geschützt, schmilzt zu einer wasserflüssigen Masse, wie wir schon anfangs gehört, die ausgegossen werden kann und dann den Gußstahl bildet.

Ist der Stahl einmal in vollem Flusse gewesen, so hat er etwas seine früheren Eigenschaften verändert. Auf dem Bruche ist er krystallinisch geworden, wenn er ursprünglich harter, dem Roheisen nahe liegender Stahl war, die Krystalle bilden Nadelbüschel, welche vom Mittelpunkte nach der Peripherie gerichtet sind; war es weicher, dem Stabeisen näher liegender Stahl, so ist sein Bruch gleichförmig körnig geworden. Bestand er aus verschiedenen Kohlenstoffverbindungen, so haben sich diese beim langsamen Erkalten gleichfalls abgesondert, gleich den Hartkörnern.

Behandelt man die Bruchfläche des Gußstahls, besonders des ostindischen oder Wootz, mit Säure, so wird die Krystallisation blosgelegt.

Der Gußstahl hat aber auch zugleich eine Anlage zum Rothbruch in der Art erhalten, daß er in der Hitze, in welcher er vor dem Schmelzen leicht bearbeitet werden konnte, nun unter dem Hammer in Stücke zerfallen, oder wenigstens rissig werden würde.

Schweißen und Löthen des Stahles.

Daß sich Stahl mit Stahl durch Schweißen verbinden lasse, haben wir soeben gesehen. Auch mit Eisen läßt sich der Stahl durch Schweißen vereinigen; doch ist hier einige Vorsicht erforderlich, da das Eisen seine Schweißhitze in einem so hohen Hitzgrade erhält, daß durch dieselbe Hitze der Stahl bereits verdorben sein würde. Der Stahl darf daher nicht seine volle Schweißhitze haben, wenn er mit dem schweißwarmen Eisen in Berührung kommt, sondern gerade so viel, daß er durch das mit ihm zusammengebrachte schweißwarme Eisen noch so viel Hitze erhalte, als nöthig ist, ihn zum Schweißen zu bringen.

Je näher der Stahl dem Roheisen liegt, desto schwieriger ist er zum Schweißen zu bringen, und bei manchem gelingt es ohne Anwendung chemischer Mittel gar nicht. Der Stahl würde eigentlich schon zum Schweißen zu bringen seyn, wenn er gerade erweicht ist; aber es bildet sich zugleich immer eine Oxydhaut von verbranntem Eisen und Kiesel auf der Oberfläche, die einen viel höheren Hitzgrad erfordert, um so flüssig zu werden, daß sie sich durch den Schlag des Hammers zwischen den Schweißfugen herauspressen läßt. Die Hitze aber, in welcher der Stahl unter diesen Umständen schweißt, und diejenige, in welcher er seinen Zusammenhang und seine Elasticität zu verlieren anfängt, liegen in den härtesten Gußstahlsorten einander so nahe, daß das Mittel zwischen beiden an einer Masse von nur etwas beträchtlicher Ausdehnung kaum zu errathen ist. Vor dem Schweißen muß das Feuer wohl gereinigt, Schlacken (der sogenannte Metallschauer) entfernt, und dann der Herd mit guten, nicht rauchenden Kohlen von gleichförmiger mittlerer Größe angefüllt werden.

Arbeitet man mit Steinkohlen in der Schmiedeesse, so muß man noch vorsichtiger zu Werke gehen.

Die meisten Steinkohlen enthalten Schwefeleisen eingesprengt und in allen findet sich eine gewisse Quantität einer organischen Schwefelverbindung. Man muß deßhalb nur die schwefelfreiesten auswählen.

Ehe man die Steinkohlen überhaupt zum Schmieden brauchen kann, müssen sie zu flammen aufgehört haben, d. h. in Koaks verwandelt sein. In diesem Zustande geben sie aber eine viel stärkere Hitze als Holzkohlen. Der Stahl erlangt da viel früher Schweißwärme und auch die geschicktesten Arbeiter pflegen Eisen und Stahl im Anfange zu verbrennen, wenn sie nicht mit Steinkohlen zu arbeiten gewohnt waren.

Hat man sehr schwefelhaltige Steinkohlen, so ist es oft schwierig, Stahl zu schweißen; denn der sich verflüchtigende Schwefel legt sich an die schweißwarmen Stellen, flüssiges Schwefeleisen bildend, welches das Schweißen verhindert. Kup-

ser, das etwa vom Löthen im Herde zurückgeblieben ist, wirkt gleich dem Schwefel. In diesen Fällen ist das einzige Mittel, sobald Stahl im Feuer seine Schweißhitze erhalten hat, eine Hand voll Kochsalz in's Feuer zu streuen. Das Kochsalz fließt um die schweißwarmen Stellen herum, löst das erzeugte Schwefeleisen, auch flüssiges Kupfer auf, schützt durch seine Verdampfung die übrigen Stellen und wird dann leicht durch den Schlag des Hammers zwischen den in Berührung gebrachten Schweißstellen ausgepreßt.

Befindet sich das Kohlenfeuer durch und durch in lebhafter und reiner Gluth, so werden die zu schweißenden Stahlstücke eingelegt und rasch Feuer gegeben, damit der Stahl so schnell als möglich seine Schweißhitze erhalte. Braucht man dazu zu lange, so verbrennt während dieser Operation ein Theil des Kohlenstoffes des Stahles und der Stahl wird an dieser Stelle weich oder gar zu hartem Eisen.

Man kann es immer als eine Regel ansehen, daß man zu Gegenständen, die durch das Zusammenschweißen von zwei Stahlstäben erhalten werden sollen, die Stahlstücke immer von bedeutenderer Dicke nimmt, als es der daraus zu verfertigende Gegenstand erfordert; die dicken Stücke halten die Schweißhitze besser und sicherer aus als dünne, ohne an Härte zu verlieren, und das nachfolgende Ausrecken macht die geschweißte Stelle erst recht gleichförmig und rein.

Will man zwei Stücke mit ihren Enden zusammenschweißen, so daß sie nur einen langen Stab ausmachen, so muß man natürlich den zu schweißenden Enden eine solche Gestalt geben, daß, wenn man sie übereinander legt und durch den Hammer vereinigt, alle Stahltheile durch den ganzen Querschnitt des Stabes sich mit allen Theilen durch den Querschnitt des anderen Stabes verbinden. Dieß geschieht, indem man die Stäbe da, wo und so weit sie übereinander gelegt zusammengeschweißt werden sollen, statt gerade, mittelst einer ziemlich langen, schiefen Ebene, also gleich einem halben Keil zurichtet,

dessen gerade Fläche nach außen, dessen schiefe aber nach innen übereinander zu liegen kommen.

Wie weit der Hitzegrad der Stahlstücke fortgeschritten ist, sieht man bei kleinen Stücken, indem man sie von Zeit zu Zeit aus dem Feuer nimmt. Haben sie volle Schweißhitze, so erkennt man dieß bei mittelmäßig hartem Stahle sehr leicht am Funkensprühen, wobei man thonigen Sand oder Thon aufzustreuen ja nicht vergessen darf. Beim sehr harten Cementstahle, oder beim Gußstahle überhaupt, darf man das Funkensprühen nicht erwarten, denn da würde der Stahl längst verbrannt sein.

Der englische Gußstahl darf nur bis zur safrangelben Hitze, oder höchstens bis zu einer Hitze gebracht werden, die sich aus dem Gelben in's Weißliche zieht; so gleichfalls der Cementstahl.

Steierischer und kärnthnerischer Stahl verträgt am meisten Hitze und läßt sich am öftesten schweißen, der Cementstahl, wie schon gesagt, nicht mehrere Male. Immer muß, wenn man solche geschweißte Stähle öfters nacheinander einer bedeutenden Hitze auszusetzen genöthigt ist, die darauffolgende Hitze stufenweise immer schwächer genommen werden. Beim feinsten Gußstahle ist, wie schon erwähnt, das Schweißen eine sehr mißliche Operation und erfordert die größte Umsicht, so daß sie nur selten und Wenigen gelingt.

Die Hauptsache ist immer, daß die zusammenzuschweißenden Stücke so abgerichtet und geformt werden, daß man sie ineinander stecken kann und daß sie daher von selbst aneinander haften. Man schweißt z. B., um ein Messer anzufertigen, den Gußstahl der Schneide keilförmig, den andern Stahl, der den Rücken bilden soll, biegt man scheidenförmig zusammen und steckt den Gußstahl mit der keilförmig verjüngten Seite in die Scheide für den Rücken.

Die zweite Bedingung ist, die Fugen mit einem Brei von Thon zu überziehen und das Ganze so gut zu überstreichen, daß das Feuer nicht unmittelbar die zusammenzuschweißenden Flächen berühre. Setzt man diese so vereinigten Theile

einer mäßig hellroth-gelben Hitze aus, so werden sich beide leicht durch den Hammer vereinigen lassen.

Am leichtesten und sichersten geht die Operation durch Anwendung von Borax, ein Mittel aus dem Orient, oder des Boraxglases vor sich. Der Borax schmilzt schon in einer hellrothen Hitze, in welcher der Stahl erst erweicht zu werden anfängt, löst dann, indem er zugleich als Glas die Oberfläche des Stahles dicht überzieht, die geringste Spur des vor seinem Flusse entstandenen Eisen- und Kieseloxydes auf, ein durch Eisenoxd mehr oder weniger gefärbtes leichtflüssiges Glas bildend. Er verbindet sich selbst mit den metallischen Flächen des Eisens oder Stahles, indem er Kohlenstoff-Boraxeisen bildet, das durch den Druck des Hammers von den Flächen größtentheils wieder weggetrieben, den reinen und erweichten legirten Stahlflächen erlaubt, zusammenzusintern und sich durch den geringsten Druck auf's Innigste zu vereinigen, was nicht geschehen kann, wenn die mindeste Spur einer fremdartigen Materie zwischen den Stahltheilchen liegt. Man bedient sich des gewöhnlichen käuflichen Boraxes, indem man ihn auf einer steinernen Platte mittelst eines Laufers mit Wasser zu einem Brei verreibt, den man dann auf die zu schweißenden rein, doch rauh gefeilten Stahlflächen streicht, die Stücke zusammenlegt und auch die Fugen noch dick mit der Masse überzieht, worauf man dann die Stücke mittelst starken Eisendrahtes zusammenbindet. Oder noch besser, man schmilzt den Borax zuerst im Thontiegel zu einem ruhig fließenden hellen Glase, da er im ungeschmolzenen krystallisirten Zustande wenigstens dreißig Procent Wasser enthält, die verursachen, daß sich während ihres Entweichens der Borax sehr stark aufbläht und leicht Lücken läßt. Das Boraxglas wird dann gepulvert und in einem verstopften Glase aufbewahrt. Man streut es zwischen die Fugen, oder bedient sich auch einer geringen Menge Wassers, um es als Brei aufzutragen.

Sind die Stahlstücke hellroth geworden, so ist der Borax vollkommen flüssig und die Stahlstücke sind zum Schweißen

bereit. Man bringt sie nun so schnell als möglich auf den Amboß (bei kleineren Sachen muß man einen kleinen Amboß schon am Herde vorräthig halten, wozu auch ein mit der Bahn aufrecht gestellter und in's Herdgestübbe eingegrabener Hammer dient), und giebt dann rasch einige kräftige Schläge auf die Fugen, wodurch die innigste Vereinigung der beiden Stellen bewirkt wird, wenn man nur reinlich und hinreichend schnell zu Werke ging. Ist die Vereinigung auf diese Weise erfolgt, dann fängt man das Stück regelmäßig auch auf den andern beiden Seiten und zuletzt auf allen auszuschmieden an. Auch wenn man in Stahlstücken einen sogenannten Wolf bemerkt, d. i. eine unganze Stelle, durch Oxyd gefärbt, oder durch ein Schlackenkörnchen entstanden, so durchschlägt man diese Stelle mittelst eines Punzen, füllt sie mit dem Boraxglase aus, und giebt ihr hellrothe Glühhitze. Durch ein paar Hammerschläge läßt sich die Oeffnung so verschweißen, daß das Stahlstück wieder vollkommen gesund erscheint.

Man sieht sich oft genöthigt, Stahl mit Eisen zusammenzuschweißen. Es findet hier, wie wir schon oben erwähnt, der besondere Umstand statt, daß das Eisen erst in einer Hitze weißglühend wird, in welcher Gußstahl schon längst verbrannt sein würde. Bringt man auch bloß hellroth erhitzten Gußstahl mit einer sehr großen weißglühenden Eisenmasse zusammen, so würde die Weißglühhitze der Eisenmasse den Stahl ebenfalls verbrennen.

Bei sehr großen Eisenstücken, wie z. B. bei Hämmern, Amboßen rc. ist es hinreichend, die große Eisenmasse schweißwarm zu machen. Statt eines zur Bahn bestimmten Stahlstückes setzt man sie aus mehreren neben einander gelegten und gehärteten Stahlstückchen von 3—4 Quadratlinien zusammen, die man durch einen Ring verbunden hält, und von oben sowohl, als zwischen den Seiten mit gepulvertem Boraxglase bestreut. Es ist hinreichend, das schweißwarme Eisen auf diese so zubereiteten Stäbchen zu legen und mittelst eines Hammers einige Schläge darauf zu geben, wodurch die Stahlstäbchen so-

gleich an das Eisen schweißen. Man giebt dem Ganzen dann noch einmal gelinde Hellrothhitze, während die Fugen mit Borax bestreut werden, wodurch auch die Stäbchen, welche die Hammerbahn bilden, von der Seite her zusammenschweißen.

Bei kleineren Stücken giebt man dem Eisen die volle Schweißhitze, dasselbe während des Glühens mit Borax bestreuend, dem Stahle hingegen bloß eine leichte Hellrothhitze. Man kann das Eisen am schweißwarmen Ende auch spalten, und dann dem anzuschweißenden Stahlende die Gestalt eines Keiles geben, der in den Spalt des Eisens paßt. Haben beide die ihnen zuträgliche Hitze, so schiebt man sie, mit Boraxglas überzogen, zusammen, giebt einige Schläge mit dem Hammer auf das eine Hirnende, während das andere gegen einen Amboß gestemmt ist, hämmert es dann rasch auf den Fugen und zuletzt auch auf den anderen Seiten.

Beim Hämmern des zu schweißenden Stahles, vorzüglich des Gerbstahles ist es ein Hauptgrundsatz, zuerst und am Ende der Operation, wenn der Stahl schon kalt zu werden anfängt, nur die breite Seite des Stahlstückes zu hämmern, d. h. in derjenigen Richtung, in welcher die einzelnen Lamellen des gegärbten Stückes aufeinander liegen. Schlägt man zu stark auf die schmäleren Seiten, so faltet sich der Stahl auf der breiteren Fläche, und wenn man diese Falten auch durch fortgesetztes Hämmern auf der Oberfläche vertrieben hat, so bleiben doch im Innern Stellen, die nach dieser Seite hin schwächer zusammenhängen, bloß in einander gedrückt und die sich sicher öffnen, wenn man den Stahl in's Härtewasser taucht. Damit jedoch die Fugen gut zusammenschweißen, ist es, wie wir bereits sahen, nothwendig, die ersten Schläge auf die Fugen selbst zu richten; aber immer leicht und leise, und so, daß man nie zweimal auf dieselbe Stelle schlägt. Hierauf giebt man leichte leise Streiche auf die daranliegende Fläche, die angeschweißt werden soll, und die vollständige Vereinigung der beiden Theile ist dabei bewirkt. Jetzt erstreckt man das Hämmern in obiger Ordnung auch über die geschweißte Stelle hinaus

auf die ganze Länge des Stahles, soweit sie rothglühend ist, die Seiten immer schonend, die kräftigen Hammerschläge nur auf die breite Seite richtend, und so fortfahrend, bis der Stahl gerade noch dunkelroth glüht. Man muß mit dem Hämmern rasch verfahren, damit man das Stück in einer Hitze vollendet. Muß man es noch einmal in's Feuer bringen, so darf man es über das Safrangelbe nicht erhitzen, und bei den letzten Arbeiten darf man das Stück nicht höher als kirschroth glühen, wenn man nicht Funkenlöcher auf dem Stahle und eine weiche, ungleichförmige Stahlmasse haben will; vorzüglich wenn der Stahlstab gleich anfangs nur von geringer Masse war.

Oft giebt es Fälle, wo man das Schweißen des Gußstahles auf Eisen nicht riskiren will. Man pflegt ihn dann mit dem Eisen zusammenzulöthen.

Dieß geschieht sehr leicht auf zweierlei Art. Man bedient sich entweder des gepulverten weißen Guß- oder Roheisens, das man mit gepulvertem Boraxglase mengt, zwischen die Fugen der zu löthenden Gegenstände bringt, und dann das wohl zusammengehaltene Ganze einer gelinden Hitze aussetzt, die das Loth schmelzen macht.

Oder man bedient sich für ganz feine Sachen von Gußstahl eines Lothes von

1 Theil Kupfer,
11 Theilen Messing,
19 Theilen feinen Silbers,

und verfährt damit wie überhaupt beim Löthen der Metallarbeiten mittelst Schlaglothes.

Siebentes Capitel.

Das Härten des Stahles.

Wenn man dem schweißwarmen Stahl so schnell als möglich alle seine Wärme entzieht, so hat er die Eigenschaften des Stabeisens verloren.

Hat man ihn, um ihm seine Wärme rasch zu entziehen, z. B. in kaltes Wasser getaucht, so ist die durch das Glühen entstandene dünne Oxydhaut völlig abgesprungen, und er kommt silberweiß aus dem Wasser. Er hat dabei sein Volumen vergrößert, so daß eine Stahlstange, die vor dem Abkühlen durch eine genau passende Oeffnung geschoben werden konnte, jetzt nicht mehr hindurch geht, seine kleinsten Theilchen sind also durch das Abkühlen in größerer Entfernung von einander stehen geblieben, und es ist leicht zu begreifen, daß er auch deßhalb an Dichtigkeit abgenommen haben müsse.

Seine Oberfläche ist nun so hart, daß sie von keiner Feile und von keinem Meißel mehr angegriffen wird. Dabei ist er ebenso spröde geworden, daß er wie Glas zerbricht und ohne Schwierigkeit zu Pulver sich stoßen läßt.

Es mangelt ihm also Festigkeit und Tenacität.

Auf der Bruchfläche zeigt er ein großes krystallinisches, also grobes weißglänzendes Korn, welches, wie man deßhalb sagt, offen ist, weil die einzelnen krystallinisch gruppirten Massen in durch das Auge noch wohl unterscheidbaren Entfernungen von einander liegen. Untersucht man die einzelnen krystallinischen Gruppen auf der Bruchfläche mit der Feile oder dem Meißel, so findet man weiche Partien den sehr harten mit eingemengt. In diesem Zustande besitzt der Stahl keine Eigenschaften, die der Techniker benutzen könnte, und er nennt deßhalb den Stahl verbrannt. Erhitzt man die Stahlstange bloß, bis sie eine safrangelbe Farbe erhalten hat, die zwischen der Weiß- und Rothgelbhitze liegt, taucht sie dann schnell in kaltes Wasser und bricht sie an der Stelle ab, die safrangelb glühte, so erscheint ein feineres, aber noch immer deutlich unterscheidbares glänzend weißes Korn, untermengt mit matteren und auch weißer glänzenden, gröberen krystallinischen Partien.

Die Stange selbst ist härter entzwei zu schlagen und die einzelnen Bruchstücke lassen sich nur mit Schwierigkeit in Pulver verwandeln.

Erhitzt man den Stahl so, daß er hellroth, oder, wie

man sagt, rosenroth glüht, und löscht ihn dann an dieser Stelle ab, so hat er an Härte bedeutend gewonnen, ist noch schwieriger zu brechen und das Korn auf der Bruchfläche ist feiner und gleichförmiger geworden. Auf der Oberfläche erscheint er nicht mehr gleichförmig weiß, frei von Oxydhaut, sondern hat ein mehr gesprenkeltes Aussehen, weil sich die durch das Glühen entstandene Oxydhaut nicht mehr ganz abschält.

Giebt man dem Stahle blos eine Glühhitze, die sich durch Kirschröthe charakterisirt, löscht ihn in kaltem Wasser und bricht ihn dann, was noch schwieriger als zuvor geschieht, so ist das Korn völlig gleichförmig, sammetartig graulich-weiß geworden, feiner, weißer und glänzender als beim ungehärteten Stahle. War die Stahlstange dünn und ausgehämmert, so ist das Korn mit bloßem Auge nicht mehr zu unterscheiden und der Bruch hat eine matte, etwas kreidenartige, mit einem Hauch in's Gelbliche spielende Farbe, nahe wie mattes Silber. Unter dem Mikroskope sieht man die im ungehärteten Stahle zu Nestern gruppirten Krystallkörner nun ziemlich gleichförmig über die ganze Bruchfläche vertheilt, obwohl man die früher zu einer Gruppe gehörenden Krystalle noch in Bezug auf ihre Lage erkennen kann, und nirgends finden sich Körperchen, die mit ihren Krystallflächen zugleich in einer Ebene liegen, wie dieß beim ungehärteten Stahle der Fall ist. Deßhalb scheint auch die ganze Bruchfläche aus unzähligen glänzenden Pünktchen zusammengesetzt, die Ebene hie und da durchbrochen von verlängerten Furchen, in denen man Buchten und Spitzen tiefer gelegener Punkte unterscheiden kann, so daß die ganze Fläche ziemlich der Mondesoberfläche gleicht, durch ein gutes Teleskop gesehen.

Giebt man dem Stahle endlich eine braunrothe Hitze, löscht ihn ab und bricht ihn dann, so ist er zäher als hart geworden, hat eher die Eigenschaft, sich biegen zu lassen und ein Aussehen wie ungehärteter Stahl; er ist hie und da von glänzend weißen Körnern durchzogen und überhaupt kaum härter als im ungehärteten Zustande. So wie sich das Korn auf

den Bruchflächen des ungehärteten Stahles vergrößert, und sowie er sich in Bezug auf seine chemische Zusammensetzung mehr und mehr dem Eisen nähert, d. h. von geringerer Qualität wird, in eben diesem aber umgekehrten Verhältnisse treten diese verschiedenen Härtegrade und Veränderungen des Kornes auf der Bruchfläche erst bei immer höheren und höheren Temperaturgraden ein, so daß, wie z. B. der beste Stahl mit feinstem Korn, seine größte Härte und Tenacität schon bei einer kirschrothen Glühhitze erlangt, der nächst daran liegende gemeine Stahl erst in einer hellrothen oder rosenrothen Hitze abgelöscht werden darf, wenn er seine größtmögliche Härte, verbunden mit höchster Tenacität und feinstem Korne, erhalten soll. Da aber die Feinheit des Kornes nach dem Härten eines Theils von dem vorausgegangenen Hämmern im ungehärteten Zustande abhängt, das Korn also zum Theile seine Feinheit einer mechanischen Operation verdankt, so wird ein durch langes Hämmern mehr als gewöhnlicher Stahl verdichteter, und im Korn verfeinerter, auch in eben diesem Verhältnisse in geringerer Hitze abgelöscht hart werden. Gut gehämmerter Stahl wird demnach durch das Hämmern auch in Bezug auf das leichtere Härten sehr verbessert, und dieses Hämmern ist also bei dem besten Stahlstück nie zu unterlassen; denn derjenige Stahl ist natürlich immer der beste, der am wenigsten im Feuer erhitzt zu werden braucht, um seine größte Härte und Zähigkeit anzunehmen.

Es findet sich daher bei jedem Stahl ein eigener Grad der Hitze, bei welcher er, im Wasser abgelöscht, seine größte Härte verbunden mit größter Tenacität annimmt. Es ist also ein großes, obwohl noch hie und da verbreitetes Vorurtheil, daß der Stahl unbedingt desto härter werde, bei je größerer Hitze man ihn ablöscht und ebenso ist es ein großer Fehler, wenn man dem zu härtenden Stahl anfangs einen zu hohen Hitzegrad giebt, und ihn dann bis zu dem erforderlichen Grade erst wieder erkalten läßt, ehe man ihn ablöscht. Der Stahl wird durch ein solches Verfahren immer schlechter, und treibt

man den Hitzegrad in's Weiße, so muß der Stahl wieder neu gehämmert werden, oder er ist auch so ganz verdorben, daß ihn kein Hämmern wieder brauchbar machen kann.

Der Hitzegrad, wodurch der Stahl alle seine möglichste Härte und Tenacität erhält, wird im Durchschnitte wohl so ziemlich von der Hellroth- und Kirschroth-Glühhitze begrenzt. Von dieser einen Grenze seiner größten Härte und Tenacität herab bis zum Braunroth nimmt seine, durch Ablöschen erzeugte Härte immer mehr und mehr ab, bis sie in der braunrothen Hitze selbst gleich der des harten Eisens wird. Eben dieser allmälige Uebergang des Stahles von der größten Härte zur größten Weichheit macht es aber im praktischen Leben möglich, für jeden bestimmten technischen Zweck sich gerade diejenige Festigkeit des Stahles zu wählen, die dem verlangten Zwecke am angemessensten ist.

Sowie nämlich die Festigkeit des in rechter Hitze gehärteten Stahles ein Product aus Härte und Tenacität ist, so wird durch Hitzegrade, unter der höchsten zum Härten am tauglichsten befundenen Glühhitze liegend, die Härte allein vermindert, während die Tenacität immer ungehinderter hervortritt, bis die Härte endlich ganz zurücktritt und die Tenacität zur Weichheit wird.

Man könnte nun glauben, es sei ein Leichtes, die Glühhitze des Stahles nur so weit zu steigern, daß beim Ablöschen Härte und Tenacität zusammen in gewünschtem Verhältnisse erscheinen. Allein dieß ist in der Praxis äußerst schwer ausführbar. Wir können nur wenige Töne in den Glühfarben des Stahles unterscheiden; denn zwischen der Braunrothhitze, in welcher der Stahl nicht mehr härtet, und der rosenrothen, in welcher der beste Stahl den besten Härtegrad annimmt, liegt nur eine einzige sicher unterscheidbare Farben-Nüance: die Kirschröthe.

Man hat deßwegen auf andere Weise den gewünschten Grad der Glühhitze zu erzeugen gesucht, indem man den Stahl in geschmolzenem Metall einzutauchen vorschlug, dessen Schmelz-

punkte man kannte. Allein, da zum Härten des Stahles verschiedene Grade der Glühhitze erforderlich sind, so müßte man nur schwerschmelzbares Metall wählen; und da es kein einziges Metall giebt, dessen Schmelzpunkte dem zum Härten erforderlichen Hitzegrade nahe liegen, so müßte man entweder dem Metalle selbst eine stärkere Hitze mittheilen, wofür man wieder kein zuverlässiges, viel weniger praktisches Maaß hat, oder man müßte Metallgemenge versuchen, die bei dem gewünschten Hitzegrade flüssig werden. Allein auch hier wäre wieder ein Maaß vonnöthen, um uns zu versichern, daß das Metall nicht mehr Hitze erlangt habe, als zu seiner Flüssigkeit erforderlich ist; dann, daß es nicht schon durch die zum Anglühen hineingetauchten Stahlstücke zu viel Hitze verloren habe, um den folgenden noch die erforderlichen Hitzegrade mitzutheilen.

Quecksilber-Thermometer können natürlich in der Glühhitze nicht mehr angewendet werden, und das beste Pyrometer, das Daniell'sche, ist viel zu schwierig zu gebrauchen, erfordert viel zu viel Zeit zu seinen Aussagen, als daß von seiner Anwendung in der Praxis die Rede sein könnte. Dazu kommt noch, daß die Oberfläche des glühenden Metallbades sich immer oxydirt, und daß die Oxydation durch nichts verhindert werden kann, wodurch also ein unausgesetzter Verlust von Metall entsteht; daß die zu härtenden Stahlgegenstände, vorzüglich wenn sie klein sind, auf der Oberfläche des Metallbades schwimmen, daß sie also wegen der großen Hitze mit einer lange Zange gefaßt, und unter der Metallfläche gehalten werden müssen, bis sie den gehörigen Hitzegrad erhalten haben, der an den Stellen, wo die Stangenschnäbel liegen, ein niedererer sein wird, als an den übrigen Stellen; daß ferner feine Gegenstände durch das Bemühen, sie unter die Oberfläche des Metalles zu drücken, leicht verbogen werden, und ihre Form mehr oder weniger verlieren.

Da es bis jetzt kein sicheres Mittel giebt, dem Stahle gerade jenen Hitzegrad zu ertheilen, der erforderlich ist, ihm

die gewünschte Härte durch Ablöschen zu geben, so giebt man in der Praxis gemeiniglich demselben seine volle Glashärte, erhitzt ihn aber so lange, bis er zu der verlangten Weiche herabgesunken, was man

Das Anlassen (recuire, tempering) nennt. Dieß Anlassen kann mit aller Sicherheit vor sich gehen, weil es dazu 1) keiner Glühhitze bedarf, und weil 2) der Stahl in dieser gelinden Hitze, die 400° nie übersteigt, verschiedene Eigenthümlichkeiten an seiner Oberfläche zeigt, die mit dem Hitzegrade im Innern oder durch die Masse des Stahles, bei gehöriger Vorsicht, genau zusammenhängen.

So wie sich Eisen und Stahl gleich mehreren anderen Metallen an freier Luft mit dem Sauerstoff der Luft an der Oberfläche verbinden, und dadurch oxydirt werden, so geschieht dieß bei Eisen und Stahl um so rascher, je höher die Temperatur ist, bei welcher diese Verbindung erzeugt wird.

In der gewöhnlichen Temperatur ist als vermittelndes Princip bei der Verbindung von Sauerstoff mit dem Eisen immer das Wasser vonnöthen, und entsteht daher eine dreifache Verbindung, die immer mehr oder weniger pulverig oder krystallinisch, die Oberfläche des Eisens undurchsichtlich verhüllt.

Wird die Verbindung des Sauerstoffes mit dem Eisen unter einer höheren Temperatur bewirkt, als die, in welcher das Wasser gasförmig erscheint, und ist die Oberfläche des Stahls rein und glatt polirt, so entsteht ein durchscheinender amorphan-gasartiger Ueberzug auf dieser Oberfläche. Dieser Ueberzug ist bei gelinder Hitze überaus dünn, so daß er eben deßhalb anfangs mit brillanten Farben strahlt, wird aber nicht allein mit zunehmender Hitze, sondern auch bei ungehindertem Luftzutritt immer dicker; z. B. in seiner geringsten Dicke 3,5 Millionentheile eines englischen Zolles betragend, erscheint er hellgelb, mit $4^3/_5$ Millionentheilchen dunkelgelb, mit $3^2/_5$ Millionentheilchen, karmoisinroth mit $7^1/_8$, violett mit $8^2/_{11}$, dunkelblau mit $9^5/_7$, grün mit 10, wieder gelb, und mit 18 Millionentheilchen endlich ganz farblos.

Nur mittelst des Mikroskops erkennt man noch das darunterliegende Korn des Stahles.

Diese sogenannten Anlauffarben, durch steigende Oxydation erzeugt, entsprechen bestimmten Hitzegraden, und deßhalb hat sie die Praxis seit langer Zeit als Mittel benutzt, diejenigen Temperaturgrade zu treffen, bei welchen Stahl, der bereits seine größte Tenacität und Festigkeit erhalten hat, nach dem Erhitzen wieder in's Wasser getaucht werden muß, um ihm die für den bestimmten Zweck verlangte Härte und Elasticität mitzutheilen. Erhitzt man feinkörnigen Stahl mit blanker Oberfläche bis zu 221° des hunderttheiligen Thermometers, so wird er hellgelb, stroh- oder hafergelb; beim Schmelzpunkte des Zinnes 228°, dunkelgelb bei 235°, karmoisinroth, purpurroth, taubenhalsgelb, violett zwischen 249 und 280°, dunkelblau bei 290°, beim Schmelzen des Bleies, 334°, wasserfarbig, des Zinkes, 360°, wiederum hellgelb.

Hierauf wiederholen sich alle übrigen Farben in derselben Ordnung, sind aber viel schwächer, bis endlich bei etwa 500° der Stahl zu glühen anfängt.

Es ist hierbei jedoch stets zu beobachten, daß der Stahl, der diese Anlauffarben zeigen soll, um daraus seinen Hitzgrad zu beurtheilen, immer unter den nämlichen Verhältnissen behandelt, d. h. immer in der Flamme gehalten werden muß, bis die verlangte Farbe erscheint. Die Oxydation auf der Oberfläche, wenn einmal eingeleitet, setzt sich bei ungehindertem Luftzutritte ohne Unterbrechung fort, und die Oxydschicht nimmt so lange an Dicke zu, bis die Temperatur so weit gesunken ist, daß die Verbindung des Sauerstoffes mit dem Stahle nicht mehr im Trocknen vor sich gehen kann. Eine solche Anlauffarbe, die sich durch den Einfluß der Luft, und nicht direkt durch die mitgetheilte Hitze selbst erzeugt hat, steht in keinem verhältnißmäßigen Zusammenhange mit dem Härtegrade des Stahles, den man durch die Farbe hervorzubringen gedenkt. Erhitzt man z. B. zwei gehärtete und minder blank polirte Stahlstücke im Feuer, bis beide gelb geworden sind, nimmt

nun das eine aus dem Feuer und läßt es an der Luft erkalten, so ändert es während des Erkaltens seine gelbe Farbe in purpurroth, violett und blau, als wie das andere in der Flamme. Taucht man beide blaue Stücke in's Wasser, so wird man finden, daß beide ganz verschiedene Härtegrade besitzen. Das in der Luft blau gewordene ist nämlich viel härter, als das im Feuer angelaufene. Bei dem letzteren zeigt die blaue Farbe auf der Oberfläche den durch das Feuer bewirkten Zustand der ganzen Masse des Stahlstücks, bei dem anderen während des Erkaltens in der Luft blau gewordenen, nur den Zustand der Oberfläche an. Will man demnach aus der Anlauffarbe auf die Härte des Stahles schließen, so muß sie durch das Anlaßfeuer unmittelbar hervorgebracht sein, d. i. das Stahlstück muß so lange und unverrückt in der bestimmten Hitze bleiben, bis die verlangte Farbe zum Vorschein gekommen ist. Hat also freie Luft oder Wasser zc. während des Anlaufens irgend einen Theil des anlaufenden Stahlstückes berührt, so läßt sich aus der unter solchen Einflüssen erscheinenden Farbe nicht mehr unmittelbar auf den der Härte entsprechenden Hitzegrad des Stahlstückes schließen. Je weniger der Stahl nach dem Härten wieder erhitzt worden ist, desto weniger verliert er demnach an ursprünglicher Härte.

Also die Härte, zunächst an der größtmöglichen liegend, welche der Stahl anzunehmen fähig ist, würde durch die hell- oder strohgelbe Anlauffarbe angezeigt. Sie ist demnach für Rasirmesser und alle Werkzeuge zur Bearbeitung des Eisens geeignet, wobei man nach Umständen die Farbe durch dunkel- oder goldgelb auf purpurroth herabgehen lassen muß, wie z. B. bei guten chirurgischen Messern.

Die violette Farbe und dunkelblaue Anlaßfarbe gebraucht man bei Messern (Rasirmesser ausgenommen) und meißelartigen Werkzeugen zum Drehen des Holzes, auch für Ringscheeren. Die hellblaue Farbe endlich für Federn, dann für Werkzeuge zur Bearbeitung des

Holzes im Großen, als Aexten, Beilen, Hackmessern, Winzermessern, Sicheln, Sensen.

Bei Anwendung dieser Farbe macht jedoch oft die Beschaffenheit des Stahles einigen Unterschied, auch müssen bei Instrumenten, die an ihren verschiedenen Theilen verschiedene Härte annehmen sollen, die diesen Härten entsprechenden Farben gebraucht werden.

Man erhält die schönsten Farben nur beim ersten Anlassen des Stahles, und muß sich hüten, das Anlassen mehrmals zu wiederholen, denn da entsprechen die gewöhnlich nur mehr schwach erscheinenden Farben anderen Härtegraden, und man sieht sich genöthigt, den Stahl wieder einzuschmieden und hierauf frisch zu härten und anzulassen.

Will man den Stahlgegenständen zuletzt eine schöne blaue oder andere Farbe ertheilen, so muß man immer den feinsten Gußstahl nehmen, der die beste Politur und die brillantesten gleichförmigsten Farben annimmt.

Die Güte und Brauchbarkeit der Stahlarten hängt auch beim Gebrauche des besten Stahles vom zweckmäßigen Härten und Anlassen des aus Stahl geschmiedeten Gegenstandes ab; wir wollen deßhalb diese wichtige Operation etwas ausführlicher behandeln.

Regeln zum Härten des Stahls.

Zum Härten des Stahles ist keine andere Vorbereitung nöthig, als die, daß seine Oberfläche rein von Eisenoxyd durch das Anlassen erzeugt und frei vom Eindrucke der Hammerschläge sei; nur dann wird er nämlich durch das Härten eine gleichförmige Oberfläche erhalten.

Der auf diese Weise behandelte Stahl wird erhitzt bis zu der für seine Qualität am Besten passenden Farbe, von der im vorhergehenden Capitel geredet wurde, und dieses Erhitzen muß

1) so rasch als möglich, und
2) mit größter Gleichförmigkeit geschehen.

Um der ersten Vorschrift Genüge zu leisten, ist es nothwendig, daß:

a) in Bezug auf die Kohlen,

1) die Kohlen so gleichförmig als möglich seien, bei Steinkohlen die einzelnen Stücke einen Kubikzoll nicht überschreiten, damit man kein hohles Feuer erhalte, das nie gleichförmig ist, wobei noch überdieß der Stahl schon dem unmittelbaren Luftstrome des Blasebalges ausgesetzt wird;

2) daß sie nicht Funken sprühen, weil der Arbeiter dadurch gehindert wird, die Farben-Nüancen während des Glühens zu beobachten;

3) daß sich die Kohlen bereits in vollem Glühen befinden, damit sich das Stahlstück so schnell und gleichförmig als möglich erhitzt, ohne Glühspan anzusetzen, und daß, wo man Braun- oder Steinkohlen anwendet, diese bereits halb ausgebrennt sind, um das in den Stein- und Braunkohlen sich immer mehr oder weniger vorfindende Schwefeleisen größtentheils zersetzt zu haben, weil sich sonst der Schwefel stellenweise mit der Oberfläche des Stahles zu Schwefeleisen verbindet und Flecken erzeugt, unter denen der Stahl, wenn man sie auch wegnimmt, weniger hart als an den übrigen Stellen wird.

b) In Bezug auf das anzuglühende Stahlstück.

Daß man dieses, wenn es groß ist, vorsichtig im Feuer hin und her zieht, damit jeder Theil des Stahles den nöthigen Hitzegrad so gut als möglich zu gleicher Zeit erhalte; bei dünnen gebogenen Stücken ist dieß jedoch oft nicht anwendbar, weil der rothglühende Stahl schon weich und dann leicht verbogen wird. Zur besseren gleichförmigen Erhitzung großer Stücke, z. B. großer Feilen, bedient man sich in England eines Ofens von feuerfesten Ziegelsteinen, in dem ein Blasebalg wirkt;

2) daß bei ungleich dünnen Stücken der dickere Theil zuerst erhitzt werde;

3) daß man das Stahlstück so fleißig beobachtet, daß es nicht überhitzt werden kann. Die eigentlichen, zum Härten an-

wendbaren Hitzen übersteigen, wie schon früher erwähnt, das Rosenroth nicht viel und sinken niemals unter die Kirschröthe herab; wobei jedoch nicht zu vergessen ist, daß der richtige Hitzegrad noch beobachtet werden müsse, so lange das Stahlstück im Feuer ist. Um diesen Hitzegrad richtig beurtheilen zu können, muß der Ort, an welchem man das Glühen vornehmen will, hinreichend dunkel sein; — vollkommenes Dunkel, z. B. die Nacht, darf jedoch nicht gewählt werden, weil dann das Auge, reizbarer als am Tage, die Glühhitze des Stahles höher anschlagen würde, als sie wirklich ist. Ebenso ist im vollen Tageslicht das Auge weniger reizbar und stets in Gefahr, die Hitze des Stahles geringer anzuschlagen, als sie wirklich ist.

Die beste Zeit zum Härten ist demnach der Morgen, und die Orientalen härten ihre Säbel immer vor Sonnenaufgang.

Besondere Vorsichtsmaßregeln.

Große Stücke, z. B. Walzen, ziehen sich während des auf das Glühen folgenden Ablöschens so sehr zusammen, daß die Stücke gewöhnlich während dieses Zusammenziehens, oft aber auch noch mehrere Tage darnach, plötzlich reißen.

Um dieß zu verhindern, ist es gut, daß man die großen zu härtenden Stücke schon vor dem Glühen durch gleichförmige Hammerschläge verdichtet, die nach der Größe des zu härtenden Stückes entweder durch die Hand oder durch Wasserkraft hervorgebracht werden. Bei Stahlwalzen hatte ein Arbeiter in Paris beide Walzen vor dem Härten auf ein Gerüst, ganz dem ähnlich, in welchem sie nach dem Härten zum Gebrauche eingelegt werden sollen, über oder neben einander gebracht, beide in rasch drehende Bewegung versetzt, und so lange Schienen von Stahl zwischen ihnen bei immer stärkerer und stärkerer Spannung durchgehen lassen, bis sie sich durch eigenen Druck verdichtet hatten. Sie wurden hierauf wieder rund gedreht oder abgerichtet und dann erst gehärtet; — eine sehr zweckmäßige Methode.

Beim Härten kleiner Gegenstände, die sich leicht verbiegen, hat man zwei Hülfsmittel:

Man bindet die kleinen Stücke mittelst eines Eisendrahtes zusammen, und legt sie so in eine Büchse, durch deren Mitte ein hinlänglich langes Stäbchen geht, das man nach Belieben herausnehmen und wieder an seinen Ort zurückbringen kann. Es dient, um die Temperatur zu beobachten, die im Innern der Büchse herrscht. Man erhitzt nun die eiserne Büchse sammt ihrem Inhalte so gleichmäßig als möglich über einem Kohlenfeuer von gehöriger Größe, und nimmt das Eisenstäbchen öfter heraus, das so ziemlich genau dieselbe Hitze haben wird, die im Innern der Büchse herrscht. Haben die Stahlstücke die rechte Temperatur, so nimmt man sie am Drahte heraus, und taucht sie schnell in's Härtewasser. Bei Stahlgegenständen, die so klein sind, daß auch dieses Verfahren nicht anwendbar ist, bedient man sich endlich eines Kästchens, dessen Boden man mit Holzkohlenpulver bedeckt, dann die zu härtenden Stücke mit Holzkohlenpulver hineinschichtet, die Büchse bedeckt und das Ganze bis zum Rosenrothglühen erhitzt. Hat die Büchse so gleichförmig als möglich diesen Hitzegrad angenommen, so schüttet man den ganzen Inhalt sehr rasch und schnell (aber nicht auf einer Stelle) in's Härtewasser.

Da hier der Stahl immer in jedem Falle langsamer erhitzt wird, als im Feuer, so muß man die Büchse in ein sehr lebhaftes Feuer bringen, und dasselbe in größter Lebhaftigkeit mittelst des Blasebalges oder Luftzuges unterhalten.

Beim Härten der Feilen läßt sich durch keine mögliche Vorsicht in der Regulirung des Feuers verhindern, daß nicht die feinen Zähne derselben schon verbrannt wären, wenn der Körper der Farbe noch kaum den gehörigen Hitzegrad zum Ablöschen erhalten hat. Diese kleinen Zähne müssen deßhalb durch einen Ueberzug geschützt werden, der als schlechter Wärmeleiter die Zähne vor der zu großen Hitze bewahrt und zugleich, leicht schmelzbar, die Oberfläche gleichsam mit einem Firniß überzieht, welcher sie vor der Berührung der Luft schützt.

Man wendet zu diesem Ueberzuge, je nach den verschiedenen Ländern, verschiedene Mittel an, die in der Hauptsache alle zu demselben Ziele führen. Das älteste und einfachste Mittel war Kochsalz, das man durch Bierhefe, in welche man die Feilen tauchte, darauf befestigte, und das Ganze nach dem Trocknen zum Glühen brachte.

Statt, wie früher das Kochsalz auf die mit Bierhefe überzogene Feile zu streuen, löst man nun das Kochsalz in Wasser auf, so lange, bis dasselbe kein Salz weiter aufnimmt, und verdickt diese Auflösung mit Bierhefe oder mit wohlfeilem Mehl, z. B. Roggenmehl, in England mit Bohnenmehl, bis sie die Consistenz eines dicken Rahmes erhalten hat. In diesen Brei taucht man die Feilen und bringt sie sogleich in's Feuer, wo sie zur kirschrothen Hitze gebracht und dann abgelöscht werden.

In Deutschland trocknet man die Feilen zuerst nach dem obigen Ueberzuge auf Eisenstäben, die oben in dem Mantel der Esse angebracht sind. Hierauf werden sie bis zur dunklen Rothglühhitze gebracht, und dann in ein Faß mit Kochsalz gesteckt. Nach diesem erwärmt man sie bis zur kirschrothen Hitze und löscht sie hierauf ab, was jedoch bloß die Arbeit vermehrt, ohne einen besseren Effect, als die englische einfache Operation hervorzubringen.

Noch bedient man sich einer anderen Mischung, die neben ihrer allgemeinen schützenden Kraft der Oberfläche weicheren Feilen noch eine größere Härte giebt, als der Feilenstahl an sich selbst besitzt. Diese Mischung werden wir beim Einsatzhärten beschreiben.

Härtewasser.

Hat der Stahl jene Temperatur erhalten, in welcher er seine größte Härte und Tenacität erlangt hat, so muß er wieder:

1) so rasch als möglich,

2) so gleichförmig als möglich

abgekühlt werden, um seine größte Härte zu erlangen, und seine vor dem Härten erhaltene Form zu bewahren.

Das beste Mittel, den glühenden Stahl so rasch als möglich abzukühlen, ist, ihn in eine die Wärme gut leitende Flüssigkeit zu tauchen, wozu kaltes Wasser in der Regel das einfachste und beste Mittel darbietet, und ihn so lange darin zu lassen, bis er kalt geworden ist. Dabei ist jedoch Verschiedenes zu berücksichtigen: nämlich in Bezug auf die Temperatur des Härte- oder Ablöschwassers, und auf die Form und den Zweck des zu härtenden Stahlstückes.

Um dem Stahle die Wärme so schnell als möglich zu entziehen, muß das Wasser in der Regel kalt sein; jedoch darf es nicht zu tief unter derjenigen Temperatur stehen, in welcher das Stahlstück nach seinem Härten bearbeitet und überhaupt benutzt werden soll. Die Temperatur des Wassers soll überhaupt nicht unter dem Gefrierpunkte stehen, und es ist bei Sachen von Belang anzuempfehlen, das Härten überhaupt nicht bei zu großer Kälte vorzunehmen. Das gleichförmige Härten vieler Stücke in Succession gelingt am besten bei feuchtem Wetter und bedecktem Himmel. Das Wasser muß ferner in so hinreichender Quantität vorhanden sein, daß es durch das Ablöschen des Stahlstückes nicht merklich erwärmt werden kann, und daß es durch den Druck seiner eigenen Schwere sich immer fest an die abzulöschenden Flächen anschmiegt; denn eine geringe Quantität Wassers wird von den rothglühenden Stellen durch die Verwandlung in Dampf zurückgeworfen, und kann also das Stück nicht vollkommen abkühlen und härten. Große Stücke härtet man deßhalb am Besten im fließenden Wasser oder in einem natürlichen oder künstlichen Wasserfalle. Gar nie dürfen größere Stücke in das Wasser geworfen werden, damit sie nicht auf dem Boden aufliegen, wo sie selbst natürlich mit dem Wasser nicht in Berührung kommen würden. Vom Gefrierpunkte aufwärts nimmt die Härte, die der Stahl durch Ablöschen erlangt, in dem Grade ab, in welchem die Temperatur des Wassers steigt, und kochendes Wasser härtet den Stahl nicht mehr.

Da der eigentliche Härtegrad nicht allein von der niede-

ren Temperatur, sondern von der größeren oder geringeren Wärmeleitungsfähigkeit der Flüssigkeiten selbst abhängt, in welchen das Stahlstück abgelöscht wird, so kann der Mangel der einen durch Erhöhung der andern ausgeglichen werden, denn reines Wasser von so hoher Temperatur, daß es dem Stahle den höchsten Härtegrad nicht mehr zu ertheilen im Stande ist, kann durch Beimengung von gewissen Stoffen dennoch eine so große Wirkung hervorbringen, als Wasser von einer viel niederern Temperatur, wodurch für die Praxis viel gewonnen ist, obwohl reines Wasser von bestimmter Temperatur als Härtemittel für alle Gegenstände ausreicht und dieselbe Wirkung hat, als alle noch so künstlich zusammengesetzten und oft so geheim gehaltenen Härtemittel.

Um die Leitungsfähigkeit eines nicht hinreichend kalten Wassers zu verbessern, mischt man ihm mineralische Säuren zu, z. B. etwas Salpetersäure (Scheidewasser) oder Schwefelsäure (Vitriolöl), und zwar desto mehr, je höher die Temperatur des Wassers ist, so daß man sich zuletzt des gewöhnlichen Scheidewassers von 1,22 Gewicht allein bedienen kann, z. B. zum Härten von Grabsticheln, Feilen, die jedoch hierauf in frischem Wasser auf's Beste gereinigt werden müssen, damit die Säure ihre Oberfläche nicht angreife, rosten mache oder gar zerstöre.

Wasser mit Schwefelsäure sauer gemacht, war lange ein großes Geheimniß der englischen Feilenhauer als Härtemittel für die Sägefeilen.

Auch Quecksilber wirkt wie angesäuertes Wasser und hat vor allen anderen Härteflüssigkeiten den Vorzug, daß es die glühende Oberfläche nicht oxydirt. Bei kleinen Feilen mit sehr feinem Hiebe, die man von bereits brennenden Kohlen dicht umgeben anglüht, daß sie nicht von der Luft getroffen werden können, und sich also nicht im Feuer oxydiren, und die man dann schnell in ein Gefäß mit Quecksilber taucht, thut das Quecksilber große Dienste, und Professor Altmüller (Jahrb. des polytechn. Instit., XII. 1.) glaubt, daß die be-

rühmten feinen Zapfenfeilen des Lavousi in Genf auf diese Weise gehärtet sind. Das Quecksilber muß während des Ablöschens in's Wasser gestellt werden, da es als guter Wärmeleiter sich schnell erhitzt, und dann nicht mehr rasch genug abkühlend wirken würde. Für große Gegenstände ist es indessen zu kostbar, auch möchte es, wegen seiner giftigen Wirkung in Substanz und in Dämpfen auf den menschlichen Organismus, im Großen durchaus nicht zu empfehlen sein.

Sehr oft ist es jedoch erforderlich, vorzüglich um dem Stahle neben der Härte die Elasticität zu verleihen, ihm seine Wärme minder rasch zu entziehen, und dieß geschieht, indem man die Leitungsfähigkeit der abkühlenden Substanzen vermindert. Die Leitungsfähigkeit des Wassers wird vermindert durch partielle Zerstörung der leichten Verschiebbarkeit seiner Theilchen, indem man dasselbe von schlechtleitenden pulverigen Stoffen aufsaugen läßt; in solcher Form bildet es die bekannte feuchte Kohlenlösche. Aehnliche Wirkung erfolgt, wenn man ihm schlecht leitende Körper beimengt, z. B. Seife, doch nicht zu viel, denn eigentliches Seifenwasser härtet beinahe gar nicht.

In gewissen Fällen ersetzt man das zum schlechten Wärmeleiter umgeschaffene Wasser auch gänzlich durch fette und ätherische Oele, Wachs, Fett, Unschlitt oder Seife.

Unter den fetten Oelen ist im Orient das Sesamöl, bei uns das Rüböl am gebräuchlichsten; als ätherisches Oel bedient man sich im Orient verschiedener Naphthen, stets in Verbindung mit fetten Oelen, Fett und Wachs.

Alle diese letzteren Härtemittel werden gewöhnlich bei schneidenden Werkzeugen, oder kleinen Bohrern der Uhrmacher, bei Säbelklingen, Sägen- und Uhrfedern u. dgl. angewendet, wie wir sogleich sehen werden.

Verziehen des Stahles beim Härten.

Weil das durch Hitze ausgedehnte Stahlstück sich nach dem plötzlichen Abkühlen durch Eintauchen zusammenzieht, so ist es von der größten Wichtigkeit, dieses Zusammenziehen so gleich-

mäßig zu veranlassen, daß dadurch die Form des Stahlstückes nicht verändert wird.

Das Eintauchen parallelepipedischer langer Stücke, wie z. B. der Feilen, muß deßhalb so geschehen, daß diese mit ihrer langen Achse vertical auf der Wasserfläche stehen, und so rasch, daß die Geschwindigkeit nahe diejenige ist, mit welcher der Körper frei in's Wasser fallen würde, aber auch keine größere. Ist der Gegenstand von einiger Größe, so muß er, um seine Oberfläche stets mit frischem kalten Wasser in Berührung zu bringen, darin herumgeführt werden, aber nicht zu rasch, damit das Wasser Zeit hat, alle Stellen des Stahles gleichmäßig zu berühren.

Ist z. B. die Feile mittelst des Hammers zuerst gleichförmig und gut bearbeitet, ist der Stahl von guter Qualität, so wird die Feile auch nach dem Härten ihre frühere gerade Richtung behalten haben.

Bei halbrunden Feilen würde das auch noch so vorsichtige Eintauchen nicht ausreichen. Man muß eine solche deßhalb zur selben Zeit, in welcher man sie senkrecht in's Wasser taucht, auch horizontal mit der halbrunden Seite voran bewegen bis sie ganz im Wasser ist, sonst bekommt sie nach dem Härten eine Krümmung rückwärts. Flache und lamellenartige Stahlgegenstände müssen immer mit der schmalen Seite voran oder mit der Kante senkrecht in's Wasser getaucht werden, wenn sie sich nicht verziehen sollen.

Am schwierigsten aber sind Gegenstände von ungleichmäßiger und unregelmäßiger Form und Dicke zu härten, wohin man alle keilförmigen schneidenden Instrumente, namentlich Messer aller Art rechnen muß. Sind Messer aus einem einzigen gleichförmigen Stück Stahle, so muß man sie immer mit der dicksten Stelle zuerst in's Wasser tauchen, dann darin vertical halten, und sie in einer Spirale im Wasser herumführen.

Trotz aller dieser Vorsichtsmaßregeln wird man sehr oft nicht verhindern können, daß durch das rasche und ungleichförmige Zusammenziehen des abgelöschten Stahles die Continuität

an einzelnen Theilen seiner Masse, welche, schon erstarrt, der heftigen Zusammenziehung des anderen Theiles nicht nachgeben konnten, aufgehoben wird, wodurch feine, oft unsichtbare Risse, Härterisse oder Härtborsten (fendilles), entstehen.

Das Abkühlen bei Instrumenten, die nicht der größten Härte bedürfen, muß deßhalb entweder:

1) Nicht so rasch bewirkt werden, weßhalb man entweder das Ablöschwasser heiß macht, wie dieß Lydiatt für kleinere Gegenstände empfiehlt, oder so, daß man sich z. B. zum Härten von Säbelklingen entweder der angefeuchteten Kohlenlösche bedient, oder wenn sie aus sehr hartem indischen Gußstahl sind, dieselben blos in feuchte Leinwand schlägt oder sie in einer Mischung von Oelen und Wachs ablöscht.

In diese Mischung aus gleichen Theilen Sesamöl, Schaftalg, weißen Wachses und Steinöl, werden die orientalischen kirschrothglühenden Säbelklingen, vorzüglich wenn, wie bei gewissen Damaskussäbeln, die Schneide aus einer andern Stahlsorte als der Rücken besteht, mit der Schneide voran eingetaucht, was bei gleichförmigem Stahle und beim Wasser als Härtemittel sich gerade umgekehrt verhält.

Uhrfedern werden deßhalb immer kirschrothglühend in Rüböl und Sensen nach dem hellkirsch- oder gelbrothen Glühen in geschmolzenes Unschlitt gesteckt; hierauf, nach dem Abstreichen desselben, in feuchte Kohlenlösche gebracht, einen Augenblick in den Wärmeofen gehalten und dann in kaltes Wasser getaucht. Uhrmacher härten ihre feinen Drillbohrer auch, indem sie dieselben glühend in ein Stück Seife stecken.

Oder 2) bei großen Stücken stufenweise geschehen. Zuerst werden sie nur so heiß gemacht, daß sie, in's Wasser getaucht, zischen, dann zum zweiten, dritten, auch wohl vierten Male immer etwas stärker erhitzt, jedesmal im Wasser abgelöscht, und ihnen zuletzt erst die volle Hitze gegeben, die zum Härten nöthig ist.

Haben sich Stahlstücke durch das Härten verzogen, so richtet man sie am besten nach dem Anlassen.

Technik des Anlassens.

Stahl, der durch das Härten seinen höchsten verwendbaren Grad der Härte und Zähigkeit erhalten hat, würde jedoch in kleinen dünnen Partien oder Lamellen noch immer viel zu spröde sein, um zum gewöhnlichen Gebrauch zu dienen. Man giebt ihm deßhalb zum Theil seine ursprüngliche Tenacität durch das Anlassen wieder.

Im Vorhergehenden ist bereits die Operation des Anlassens entwickelt und über die Farben gesprochen worden, die als Anhaltspunkt zur Bestimmung der Temperatur und des ihr entsprechenden Härtegrades dienen.

Um die Farben gehörig lebhaft erscheinen zu machen, müssen die Stahlgegenstände vor dem Härten polirt werden und ebenso wieder nach dem Härten.

Beim Anlassen hängt wieder alles von der Ertheilung eines gleichförmigen Hitzgrades durch die ganze Masse des anzulassenden Stückes ab.

Das Feuer muß aus gehörig gleichförmig zerkleinerten Kohlen bestehen, zugleich aber auch so rein sein, daß man die Farbennüancen, mit welchen sich die Oberfläche des anzulassenden Stahlstückes überzieht, genau zu beobachten vermag. Eine rauchende Kohle in der Esse kann deßhalb die ganze Arbeit verderben. Das beste Mittel, ein Stahlstück anzulassen, würde eine gleichförmig große, nicht sehr leuchtende Flamme, etwa die des Weingeistes sein, in welcher man die Stahlstücke herumführt; allein dieses Mittel ist zu kostbar, es bei großen Gegenständen anzuwenden.

Flammen, die durch frische Holzkohlen mittelst des Blasebalges in der Esse erhalten werden, könnten wohl die Weingeistflamme im Großen ersetzen, denn selbst gut gebrannte Holzkohlen geben noch immer eine Flamme, und in diesen werden z. B. die Sensen in Steiermark angelassen.

Am besten ist es hier, die brennenden Kohlen von gleichförmiger Größe in ein Kohlenbecken oder in ein anderes ähnliches Gefäß zu bringen und dieselben mittelst eines Fächers anzufachen. Noch besser gewahrt man die Farben, wenn man sich

einer mit Löchern durchbohrten eisernen Platte bedient, auf welche man die Gegenstände legt, wenn sie durch darunter gebrachte glühende Kohlen gleichförmig erhitzt ist.

Andere bedienen sich anstatt der durchbohrten Platte eines Kastens, einen Zoll hoch mit Sand gefüllt, der dann durch darunter angebrachte Kohlen unter beständigem Umrühren des Sandes so lange erhitzt wird, bis er gleichförmig heiß geworden ist. Hat man dann das Sandbett geebnet, so werden die anzulassenden Stücke darauf gebracht. Zum Anlaufenlassen der Sensen in der Grafschaft Mark im Siegen'schen streut man bloß heißen Sand auf dieselben, wodurch natürlich ein sehr ungleicher Effekt hervorgebracht wird. Uhrfedern zieht man in der Schweiz gewöhnlich bloß ausgestreckt langsam über eine alte grob gehauene Feile, die über einem kleinen Ofen liegend dadurch gehörigen Hitzgrad erlangt. Die Zähne der Feile, welche die Federn nur in wenigen Punkten berühren, theilen der Feder die Hitze so langsam mit, daß man Zeit genug hat, das Erscheinen des gewünschten Tones von Violett oder Blau zu beobachten.

Beim Anlassen von sehr langen Gegenstände, z. B. von Säbelklingen, benutzt man am Besten zum Erhitzen der Klingen ein 2—3 Quadratzoll starkes Prisma von Gußeisen, das nach der Krümmung der Klinge genau gegossen und abgerichtet ist. Man bringt es zum starken Rothglühen und legt dann die gehärtete Klinge mit dem Rücken darauf, bis sie blau anläuft.

Für dünne Sachen gebraucht man erhitztes Oel. Wenn das Oel einen dicken Dampf von sich giebt, so taucht man den Gegenstand hinein und erhält nun eine Härte, die für Werkzeuge zum Drehen in Messing sehr geeignet ist.

Da die verschiedenen Farben oft so schnell nach einander erscheinen, daß es schwer ist, die gewünschte Farbe festzuhalten, so hat man auch hier Metallmischungen vorgeschlagen, welche bei gewissen Temperaturgraden schmelzen, entsprechend dem Hitzegrade der Anlauffarben.

Es giebt mehrere Härtetafeln, in welchen die Schmelz- und Erstarrungspunkte verschiedener Metallmischungen angegeben sind.

Will man sich dieser Mischungen bedienen, so ist es nothwendig, daß man sie immer gerade in derjenigen Temperatur erhalte, in welcher sie flüssig geworden, oder umgekehrt nahe dem Erstarren sind — eine Aufabe, die im Großen schwieriger zu lösen ist, als man glauben sollte.

Noch am Vortheilhaftesten ist ein nicht zu tiefer Kasten aus Gußeisen, in welchem man Blei gerade zum Schmelzen bringt, es so sorgfältig als möglich in dieser Temperatur erhält und der Oxydation halber mit einer eisernen Platte bedeckt, die jedoch darauf schwimmen muß.

Auf diese werden dann die anzulassenden Gegenstände gelegt und beobachtet, bis die Anlauffarbe erscheint.

Das Blei selbst schmilzt, wenn es rein ist, bei einer Temperatur von 344° des hunderttheiligen Thermometers und bei dieser Temperatur fängt die dunkelblaue Farbe schon zu verschwinden an. Man könnte diese als die Grenze des Anlassens betrachten.

Will man es versuchen, statt die Anlauffarben zu beobachten, sich auf die Temperatur schmelzender Metallmischungen zu verlassen, so dient dazu eine Tabelle vom Engländer **Parkes**.

	Metallmischung von Blei Theile	Metallmischung von Zinn Theile	Temperatur von Celsius	Anlauffarben.
Für Lancetten	7	4	221°	Hellgelb.
" andere chirurgische Instrumente	7½	4	227° (Schmelz. Zinn)	Strohgelb.
" Rasirmesser	8	4	233°	Hafergelb.
" Federmesser ꝛc.	8½	4	238°	Goldgelb.
" größere Federmesser, Skalpelle ꝛc.	10	4	249°	Purpurroth.
" Scheeren, Hartmeißel ꝛc. . .	14	4	260°	Taubenhals-farbig.
" Beile, Hobeleisen, Taschenmesser	19	4	271°	
" Tischmesser, größere Scheeren	30	4	282°	Violett.
" Degenklingen, Uhrfedern ꝛc. .	48	4	293°	Kupferroth.
" Sägenblätter	kochendes Leinöl		231°	Dunkelblau.
Letzter Grad des Anlassens . . .	schmelzend. Blei		334°	Wasserfarbig.

Die anzulassenden Gegenstände müssen in diese Mischungen mittelst einer Zange getaucht und unter der Oberfläche erhalten werden. —

In der Praxis bedient man sich nur zweier Substanzen, um mittelst derselben eine Erhitzung von einem Grade hervorzubringen, bei welchem der Stahl blau anläuft, und dieses Mittel haben wir ebenfalls vom Oriente.

Man erhitzt nämlich die anzulassenden Stücke gelinde, bestreicht sie mit Oel oder Talg und erhitzt sie dann gleichförmig so lange, bis das Fett zu brennen anfängt.

Diese Art des Anlassens wird vorzüglich in England angewendet bei Federn für Patent-Bratenwender und sich selbst aufrollende Maßstäbe u. dgl.; gleichfalls zum Anlassen von Sägeblättern. Alle diese Artikel dürfen jedoch nicht zu dünn sein, wenn man das Fett ausbrennen lassen will, da sie sonst zuletzt dennoch glühen und wieder in den ungehärteten Zustand übergehen würden.

Diese angegebenen Methoden führen bei nur einiger Vorsicht alle zum Ziel, wenn es darauf ankommt, irgend einem Stahlgegenstande einen durchaus gleichmäßigen Härtegrad zu geben.

Bei Klingen jedoch, die auf harte Körper gebraucht werden und doch zugleich elastisch sein sollen, was bei orientalischen Klingen indessen selten der Fall ist, muß man, wenn die Klingen aus einer homogenen Stahlmasse geschmiedet sind, der Schneide und dem Rücken verschiedene Grade der Härte geben. Die Schneide muß immer hart und zähe zugleich, der Rücken dagegen immer elastisch sein.

Um dieß zu erlangen, giebt man zuerst der Klinge diejenige Anlaßfarbe, die man für die Schneide als die passendste gewählt hat, nämlich Violett ins Dunkelblaue übergehend. Man muß jetzt auf Mittel denken, die Schneide bei dieser Farbe und Härte zu erhalten, während man dem Rücken eine größere Hitze mittheilt, nämlich im Durchschnitt die Wasserfarbe.

Am einfachsten wird dies bewirckt, indem man die Schneide

der bereits violett angelassenen Klinge, nachdem diese wieder zuerst so polirt worden ist, daß sie ihre natürliche Stahlfarbe erhalten, etwas weiter als sie ihre Härte behalten soll, von beiden Seiten mit Körpern bedeckt, die gute Wärmeleiter sind, z. B. mit Eisenplatten, diese vermittelst einer Zange fest an die Schneide andrückt, und so das Ganze in ein reines aber nicht rauchendes Essenfeuer bringt und dann rasch erhitzt. Der freie Rücken wird bald die gewünschte Anlauffarbe zeigen, während die von der Metallschiene bedeckte und also beschützte Schneide ihre vollkommene Härte behält. Es ist gut, wenn die Eisenschienen, deren man sich zu diesem Zwecke bedient, an einer ihrer langen Seiten, die dem Rücken der anzulassenden Klinge zugekehrt ist, sich etwas dünner verlaufen, um auch den Uebergang von dem Härtegrade des Rückens zu dem der Schneide gleichfalls allmählig zu machen. Wenn diese Platten an ihrem stärsten Ende nicht gar zwei Linien dick sind, ist es hinreichend; aber auch gut, die Platten so zuzurichten, daß sie die Schneide an allen ihren Theilen so dicht als möglich berühren.

Statt dieser Platten bedient man sich auch, vorzüglich bei langen Gegenständen, einer gelben Rübe, Kartoffel oder überhaupt einer ähnlichen saftigen Wurzel, die man der Länge nach halb einschneidet, und in den Schnitt die auf obige Art anzulassende Klinge bis zur Hälfte steckt. Der Saft der Rübe erhält die Schneide vollkommen in ihrer ursprünglichen Härte.

Beim Anlassen von gehärteten Säbelklingen aus sehr hartem Gußstahl auf dem oben erwähnten rothglühenden Prisma aus Gußeisen, fährt man bloß mit einer eingeschnittenen Kartoffel rasch über die Schneide hin und her, während der übrige Theil der Klinge blau anläuft.

Auch geglühter Kienruß als schlechter Wärmeleiter kann für runde Sachen sehr gut gebraucht werden. Wollte man z. B. den Hals einer Hohldocke härten und die Schraube daran weich erhalten, so macht man eine Büchse, die an den Hals der Docke paßt, stopft den Raum zwischen der Schraube und der eisernen Büchse mit Kienruß aus, und bringt einen Deckel darauf. In

diesem Zustande kann man das Ganze rothglühend machen und ins Wasser tauchen, wobei der Hals der Docke vollkommen hart, die Schraube hingegen ungeändert weich bleiben wird.

Richten der gehärteten und angelassenen Stahlstücke.

Man wird selten finden, daß ein Stahlstück von nicht völlig regelmäßiger Form nach dem Härten durchaus seine ihm früher mitgetheilte Form behalten hat.

Eine Stahlarbeit, die sich durch das Härten, wie oben gesagt, verzogen hat, muß deßhalb nach dem Härten wieder gerichtet werden, eine Operation, die äußerst schwierig ist, und mit sehr viel Delicatesse ausgeführt werden muß, wenn sie gelingen soll.

Am allerschwierigsten und oft gar nicht auszuführen ist sie nach dem Härten der Stahlgegenstände. Leichter auszuführen und am sichersten in ihrem Erfolge wird sie nach dem Anlassen der gehärteten Gegenstände.

Die Operation kann auf dreierlei Weise unternommen werden. Bei sehr harten, gar nicht, oder nur wenig angelassenen Gegenständen, ist starker Druck durch eine Schraubenpresse, vermittelst dessen man den erwärmten Gegenstand zwischen etwas weichen erwärmten Metallmassen, z. B. zwischen kupfernen Blöcken, in seine vorige richtige Lage drängt, und ihn in diesem Zustande erkalten läßt, anwendbar. Der Gegenstand muß, wie gesagt, vor dem Richten so viel erwärmt werden, daß sich die Lage seiner Moleküle constant oder für die Dauer ändern läßt; doch darf die Hitze nicht so hoch gehen, daß sie die ursprüngliche Anlaßhärte des Stahles verändert. Die Hitze des zu richtenden Gegenstandes darf deßhalb nicht höher gesteigert werden, als daß man ihn gerade noch mit der Hand anfassen kann.

Auch die kupfernen Blöcke müssen dieselbe, aber keine höhere Temperatur haben. Bei angelassenen Gegenständen bedient man sich am Besten des Richthammers.

Hat sich nämlich der Gegenstand gekrümmt, indem sich die

Stahlmoleküle der einen Seite mehr zusammengezogen haben, als die der anderen, so ist es Aufgabe des Arbeiters, vermittelst der Hammerstreiche die eine Seite so weit auszudehnen oder zu treiben, und die Verdichtung dieser einen Seite in so weit aufzuheben, daß sie nicht größer bleibt, als die der entgegengesetzten. Die Hammerstreiche müssen also auf diejenige Stelle fallen, wo die Moleküle am dichtesten liegen.

Daß jedoch die Moleküle auf derjenigen Seite des Stahlstückes weichen, die vom Hammer getroffen werden, und nicht auf der entgegengesetzten, mit der Amboßbahn in Berührung stehenden, wodurch gerade der entgegengesetzte Effekt, nämlich eine noch stärkere Krümmung des Gegenstandes erzweckt werden würde, hängt von der Form der Hammerbahn und von der Schwere des Hammers selbst ab, im Verhältniß zur Größe des zu richtenden Gegenstandes.

Die Hammerbahn muß deßhalb so schmal gewählt werden, daß sie sich beim Schlage ihrer ganzen Länge nach dicht an das Metall legt, und so beim Schlage rasch eindringt, ohne die ganze Masse in Bewegung zu setzen. Ist die Hammerbahn zu breit und der Hammer zu schwer, so bleibt der Hammer zu lange und auch in zu großer Masse auf der Stahloberfläche liegen, während die freien Enden des Stahlstückes in die entgegengesetzte Bewegung gerathen, und die Stahltheile geben auf der Seite der Amboßbahn nach, d. h. das Stück krümmt sich noch mehr, als es vor dem Hammerstreiche der Fall war.

Der Hammer selbst bildet den achten oder neunten Theil eines parallelepipedischen Stahlringes, in dessen Mitte der Helm als Achse des Kreisbogenstückes eingesteckt ist. Der Stiel ist gewöhnlich kürzer als der Radius, aber länger als der Hammer selbst, das Verhältniß des Hammers zum Stiele (Helme) ist etwa wie 5 zu 6 und seine Dicke $1/16$ der Hammerlänge; so daß, wenn der Stiel, wie gewöhnlich bei großen Hämmern, 9 Zoll lang ist, der Hammer $7\frac{1}{2}$ Zoll lang sein könnte. Die Enden dieses Hammers sind nicht flach, sondern nach beiden Seiten so zugeschärft, daß sich eine schmale erhabene Bahn von

etwa 3 Linien Breite und 9 Linien Länge bildet, die in der Richtung des Hammerstieles läuft.

Der zu richtende Gegenstand wird auf einen Amboß gelegt und mit dem Hammer rechtwinkelig auf diejenige Richtung rasch und ziemlich sanft geschlagen, in welcher sich die Stahlfläche dehnen soll.

Bei elastischen Gegenständen, wie Säbelklingen u. dgl., reicht es hin, so lange sie noch warm sind, vom Anlassen her successive jeden einzelnen Theil der Klinge nach der entgegengesetzten Seite zu krümmen, nach welcher er sich geworfen hat. Geübte Schwertfeger treten bloß mit einem Fuße auf das Ende einer mit ihrem Krümmungsbauche aufwärtsgerichteten, vom Anlassen her noch warmen Säbelklinge und ziehen sie so, dieselbe gegen sich heraufbiegend, unter dem Fuße durch.

Bequemer ersetzen den Fuß ein paar auf der Werkbank aufgerichtete starke Stifte in 3 Zoll Entfernung von einander, gleich den Zinken einer zweizackigen Gabel. Man zieht die Klinge noch warm in der Richtung, in welcher die Zinken hintereinander stehen, zwischen diesen Zinken in der Art durch, daß diejenige Seite, die den Bauch der Krümmung bildet, immer an die Seite jenes Stiftes, so fest als möglich anzuliegen kommt, die dem Arbeiter am nächsten steht.

Will man die Anlaßfarben von irgend einem scharf begrenzten Theile des gebläuten Stahles wegnehmen, so kann man das Polirpulver nicht anwenden, sondern man muß sich der Säuren bedienen. Zu diesem Ende überzieht man die Stellen, die ihre Anlaßfarben behalten sollen, mit Wachs, oder will man Figuren erhalten, mittelst eines Pinsels mit einer Farbe aus Oel und feingeriebenem Blutsteine, und taucht das Ganze so in starken warmen Weinessig oder in eine Mischung von 20 Theilen Wasser und einem Theile Schwefelsäure. Sobald die Farbe verschwunden ist, was gewöhnlich sehr schnell geschieht, muß das Stück eben so rasch in reinem Wasser abgespült werden, bis jede Spur von Säure verschwunden ist, die immer ein Rosten der von der Säure berührten Stelle zur

Folge haben würde. Bedient man sich kalten Essigs, so kann man, je nachdem der Essig kürzer oder länger wirkt, die blaue Anlauffarbe in Violett, Roth, Gelb und endlich Weißgrau verwandeln.

Wir müssen hier noch von der sogenannten Einsatz-, Insatz- oder eigentlichen Oberflächen-Härtung reden, welche dann angewendet wird, wenn Eisen mit einer harten Stahlhaut überzogen werden soll, oder wo es gilt, dem künstlich an seiner Oberfläche erweichten und zum Theil entkohlten Stahl wieder seine ursprüngliche Härte zu ertheilen, wie vorzüglich bei Verfertigung irisirender Knöpfe, der Siderographie oder Stahlstecherkunst. Man bedient sich alsdann dieser Eigenschaft des Eisens, Kohle im rothglühenden Zustande zu absorbiren, ohne alle Rücksicht auf die erzeugte Qualität des Eisens, weil das darunter liegende weiche Eisen die harte Stahlhaut hinlänglich vor dem Zerspringen und Brechen schützt.

Da es hier Aufgabe ist, blos die Oberfläche in eine Stahlhaut, aus dem härtesten Stahle bestehend, zu verwandeln und den Kohlenstoff nicht in die Tiefe dringen zu lassen, damit das Innere weich bleibe, so bedient man sich eines andern abgeänderten Verfahrens in Beziehung auf das bei der eigentlichen Stahlcementation gebräuchliche, damit die Absorbtion so rasch als möglich, und zwar nur an der Oberfläche, aber da auch im höchsten Grade geschehe, ehe die Kohle tiefer eindringt. Die Kohle darf auch deßhalb nicht im gröblichen Zustande, wie bei der eigentkichen Cementation, sondern nur in sehr fein zertheiltem angewendet werden; am liebsten eine Kohle, die etwas schmilzt und sich deßhalb desto dichter an die Oberfläche anlegt. Denn nur unter diesen Verhältnissen wird die Oberfläche sogar selbst in Roheisen verwandelt, ohne daß der Kern wirklich daran Theil nimmt, ein Umstand, der die Insatzhärtung von der Cementation wesentlich unterscheidet.

Eine solche Kohle zur Insatzhärtung ist der Ruß, welcher gewöhnlich noch mit Urin angefeuchtet wird, dann vorzüglich die thierische Kohle, z. B. aus Horn, Hufen, altem Leder und

endlich das gelbe Cyan-Eisenkalium, gewöhnlich Blutlaugensalz genannt, welches auf das rothglühende Eisen gestreut, schmelzend einen Theil seines Kohlenstoffs an das Eisen abgiebt.

Technische Prüfung des Stahles.

Es giebt nicht ein und auch nicht zwei äußere Merkmale zusammen, aus denen man die Güte und Brauchbarkeit eines Stahles mit Sicherheit erkennen könnte.

Selbst das Korn auf dem Bruche ist sehr trügerisch, da es sehr fein auch durch mechanisches Bearbeiten mittelmäßigen Stahles hervorgebracht werden kann, und mit der Güte desselben in keinem direkten Verhältnisse steht. Um über die Güte des Stahles also mit Zuverlässigkeit urtheilen zu können, muß man eine Reihe von Versuchen anstellen, das heißt: man muß ein oder einige Stücke der zu prüfenden Stahlsorte auf alle jene Eigenschaften untersuchen, die von einem guten Stahl gefordert werden.

Von allen Stahlsorten ohne Ausnahme verlangt man, daß sie weder warm- noch kaltbrüchig seien. Zu diesem Zwecke läßt man den Stahl nur braunroth glühen, löscht ihn in Wasser ab, hämmert ihn dann kalt, biegt ihn an einer anderen Stelle hin und her und dreht ihn gleichfalls um seine Achse, während eines seiner Enden in einem Schraubstock festgehalten wird. Bekommt er hierbei keine Kantenrisse, oder bricht er nicht, so ist der Stahl nicht kaltbrüchig, sondern weich. Man erhitzt hierauf eine gleiche Stahlstange bis zur Gelbröthe, und hämmert sie hierauf, bis sie kalt wird. Bekommt der Stahl auch hier keine Kantenrisse, so ist der Stahl nicht rothbrüchig und nicht spröde.

Von allen Stahlsorten, Gußstahl ausgenommen, verlangt man, daß sie im freien Feuer leicht schweißen. Wird der Stahl in dieser Schweißhitze gehämmert, und die Oberfläche erscheint nach dem Hämmern von Rissen durchzogen, so ist der Stahl rothbrüchig oder warmbrüchig und nicht zu brauchen. Auf eine ähnliche Weise sucht man einen schweißwarm gemachten

Stahl zusammenzubiegen und zusammenzuschlagen. Erhält dadurch der Stahl Risse an der von außen gebogenen Seite, so ist er gleichfalls warmbrüchig. Auch muß seine Textur wenigstens in der Art gleichförmig sein, daß die ungleichförmigen Theile desselben auf gleiche Weise durch die ganze Masse vertheilt, und nicht an einer bestimmten Stelle des Stahlstückes zusammen gehäuft vorkommen.

Da sich eine solche Ungleichförmigkeit des Stahles durch geschicktes Hämmern so verstecken läßt, daß man aus seiner Bruchfläche nichts mit Sicherheit schließen kann, so erhitze man den zu prüfenden Stahl bis zur Rosenröthe oder bis zur Gelbröthe und lasse ihn langsam erkalten.

Man haue ihn dann auf einer Seite mit einem Meißel ein, und breche ihn, wie schon früher gesagt, durch einen kurzen raschen Schlag mit einem schweren Hammer. Erscheinen auf der Bruchfläche Stellen mit einem gröberen Korne, oder gar zackige faserige Partien, so ist der Stahl schlecht und nur für die gemeinsten Dinge zu gebrauchen.

Ist das Korn so ziemlich gleichförmig, so schmiedet man sich das Ende einer Stahlstange vierkantig auf eine Länge von etwa 4 Zoll, giebt ihr Rosenroth als Hitzegrad, härtet sie durch Ablöschen, feilt dann eine Seitenfläche glatt und läßt sie vorsichtig dunkelblau anlaufen. Nachdem man zwei an einander stoßende Seiten des Stabes polirt hat, verräth sich auf der einen Seite die ungleichförmige Textur durch mißfarbige, wolkige, faserige Stellen; auf der angrenzenden Seite machen sich die Lamellen sichtbar, aus denen er während des Gerbens zusammengeschweißt wurde. Vorzüglich faserige Stellen deuten immer auf eine Beimengung von hartem Eisen, und machen ihn für die meisten Arbeiten unanwendbar.

Man schmiedet hierauf ein glühendes Stahlstäbchen an einem Ende gegen 2 Zoll lang aus, und haut es alle halbe Zoll mit einem Meißel ein, um nach dem Härten hier die Stücke rein abschlagen zu können, bezeichnet auch jedes Stück mit Punkten, um seine Stelle in der Reihe zu erkennen.

Man bringt dieses so zubereitete Stahlende dann in ein klares, an allen seinen Theilen in voller Gluth stehendes Feuer, und erhitzt es so, daß das äußerste Ende eine gelbrothe Hitze und die anderen Punkte aber, so wie sie weiter von der Wirkung des Windes entfernt sind, eine immer geringere Hitze erhalten. Hierauf wird die Stange im Wasser abgelöscht und sorgfältig getrocknet. Es ist nun leicht die Härte der einzelnen Stücke zu untersuchen, am genauesten mittelst Körpern, deren Härtegrad selbst als Anhaltpunkt dient, und die in Bezug auf ihre Härte in folgender Ordnung auf einander folgen:

Diamant, Sapphir, Topas, Jaspis, Achat, Medokkiesel, Feuerstein, Bergkrystall, Glas. Für die Praxis jedoch reicht man mit dem Feuerstein, der Feile und dem Grabstichel vollkommen aus. Nachdem man auf diese Weise nicht allein seine Härte, sondern auch den Hitzegrad mit ziemlicher Genauigkeit ausgemittelt hat, in welchem er seine größte Härte erhielt, schreitet man zum Abschlagen der einzelnen mit dem Meißel bezeichneten Theile, um das Korn zu untersuchen, das der Stahl in den verschiedenen Hitzegraden angenommen hat. Beim Abbrechen der einzelnen Stückchen verfährt man, wie oben angegeben; oder man spannt die Stange in einen großen Schraubstock, so daß nur das abzubrechende Stück hervorsteht. Mittelst eines raschen Hammerschlages bricht man ein Stück nach dem andern ab und vergleicht das Korn ihrer Bruchflächen nebeneinander.

Es wird um so feiner sein, in je geringerer Hitze sich das Stück befunden hat; dieß zusammen mit der oben erwähnten Prüfung der Härte der Oberfläche durch Feuerstein, Feile und Grabstichel wird den besten Aufschluß über die Güte des Stahles auch in Bezug auf Härte und Korn geben.

Achtes Capitel.

Von der Bereitung des Damascenerstahls.

Eine seit undenklichen Zeiten im Oriente verfertigte Art von Gerbstahl, der jedoch daselbst nicht, wie man fälschlich glaubte, zu Säbel- und Dolchklingen und dergl., sondern bloß zur Bedeckung oder Umhüllung der eigentlichen Stahlklingen gebraucht wurde, um diese zu verzieren, um ihnen eine schöne wellige und geblümte Oberfläche zu geben, ist der künstliche oder gegerbte Damast, der früher immer mit dem eigentlichen orientalischen Damaste verwechselt wurde.

Die Orientalen erzeugten vom Anfange her ihr Schmiedeeisen, wie noch heut zu Tage, in äußerst geringen Quantitäten, so daß sie, wenn sie ein Stück Eisen von irgend einer beträchtlichen Dimension brauchen, dasselbe aus kleineren Stücken, Abschnitzeln ꝛc. zusammenschweißen müssen. Die Türken, die noch heut zu Tage kein Eisen selbst bereiten, kaufen alle Eisenabfälle und Blechschnitzel aus dem Auslande und schweißen aus ihnen ihr Eisengeräthe zusammen. Es konnte nicht fehlen, daß sie an einem solchen, der Witterung ausgesetzten, oder in einer sauren Quelle gelegenen Stück Eisen bemerken mußten, daß die Witterung oder das Wasser diese zusammengeschweißte Masse ungleichförmig angriff, so daß die Theile härteren Eisens über die anderen aus weicherem Eisen hervorragten, und wegen der Durcheinanderschlingung der zusammengeschweißten und ausgereckten Eisenabfälle verschiedene damastartige Zeichnungen bildeten.

Ja es ist nicht einmal nöthig, Eisenabfälle von verschiedener Härte zusammen zu schweißen. Die Schweißfugen desselben Eisens haben eine andere Farbe und Structur, und sind namentlich, wenn die Oberfläche der Abfälle schon verrostet war, weicher, als das Eisen in seiner Masse. Wir sehen dieß selbst bei uns an abgegriffenen oder vom Roste zernag-

ten Thürgriffen, Knöpfen und Bändern aus unserem, vorzüglich alten, Stabeisen verfertigt; ja selbst an unseren Tischmessern, denen ein Rücken und ein Dorn aus Eisen angeschweißt ist, verräth sich die geschweißte Stelle durch ihre aderige, wellige Zeichnung. — Deßhalb hat der alte Chemiker Stahl schon die Meinung geäußert: „die Damascener Klingen würden halb aus Stahl- und halb aus Eisenschienen gemacht, welche glühend zusammengewunden und nach allen Richtungen durcheinander geschweißt werden.“ — Dieser künstliche Damast wurde früher im Oriente bloß zur Folie von wirklichen Stahlklingen, zu Harnischen, und später zur Verfertigung von Flinten- und Pistolenläufen benutzt.

Noch gegenwärtig sind die Schmiede in Damaskus im Stande, solch' künstlichen Damast in großer Schönheit zu verfertigen, und zwar nur aus Stücken einer einzigen Sorte Eisen, die jedoch, wie schon bemerkt, tüchtig durchgerostet sein müssen, damit der Rost beim Schweißen reducirt, eine weichere Eisenzwischenlage zwischen den zusammengeschweißten Stücken bilde. Gewöhnlich benutzen sie englische gerostete Faßreifen, die schon eine bequeme Gestalt besitzen, schmieden sie in Stücke von gleicher Länge und legen mehrere solche Stücke übereinander, bis der Bündel oder die Garbe 1—1 $^1/_2$ Zoll hoch wird. Um diese Garbe zusammenzuhalten, legen sie ein längeres Stück eines solchen verrosteten Faßreifens auf sie, und biegen die beiden hervorragenden Enden mittelst eines Hammers über die Enden der Garbenstücke, so daß diese Enden noch über die andere Seite der Garbe reichen, und den Bündel wie eine Klammer zusammen halten.

Man schweißt nun diese Garbe gut zusammen und schmiedet sie zu einer Schiene von 1 Zoll Breite und $^1/_3$ Zoll Dicke aus. Man theilt hierauf die ganze Länge in drei oder mehrere Theile und heftet sie zusammen (doublirt sie), schweißt sie wieder und zieht selbe wieder zur alten Länge aus; die Schiene besteht jetzt schon aus drei Mal so vielen Lagen, als Anfangs. Man wiederholt dieselbe Operation dann nochmals,

und auch noch zum vierten Male, wenn man die Linien des Damastes sehr fein haben will. Denn je öfter der Stahl doublirt und zu der ursprünglichen Dimension ausgestreckt wird, aus desto mehreren, aber desto feineren Lagen wird die Schiene zusammengesetzt sein.

Um nun diese verschiedenen Lagen, die nur an der schmalen Seite des Stabes sichtbar sind, auf die breite Seite zu bringen und ihnen überhaupt ihren Parallelismus zu benehmen, erhitzt man den Stab zu $1/3$ seiner Länge und hämmert nun die schmale Seite so lange, bis sie flach und breit, und die ehemalige breite Seite die schmale geworden ist. Auf eine gleiche Weise verfährt man mit den zwei übrigen Dritttheilen. Wir kommen nun zu den eigentlichen Kräuselungen und zum

figurirten Damast.

Um die eigentlichen Kräuselungen in allen damascirten Klingen hervorzubringen, bedient man sich einer eigenthümlichen Weise, nämlich des Drehens der oben erwähnten prismatischen Stäbe um ihre eigene Längenachse, so daß sie ein schraubenförmiges Aussehen erhalten. Denken wir uns die Achse des Cylinders als feststehend und den zu drehenden Cylinder aus Längenfasern zusammengesetzt, welche sich parallel um diese Achse gelagert haben. Fängt man nun diesen cylindrischen Bündel von Längenfasern um die feste unveränderliche Achse zu drehen an, so beschreiben alle diese Fasern Schnecken- oder Schraubenlinien um die Achse, welche Schneckenlinien nun, mehr oder weniger gegen den Horizont geneigt, in derselben Ordnung über oder untereinander folgen, wie sie vor dem Drehen nebeneinander, d. i. vertical gelagert waren. Wir erhalten auf diese Weise eine stereometrische Figur, die sich betrachten läßt, als entstanden durch die spiralförmige Bewegung einer Ebene, die aus verschieden gefärbten Theilen oder Punkten zusammengesetzt war. Die Bewegung dieser Ebene muß um eine verticale Achse gedacht werden, und zwar so, daß alle ihre Punkte Spirallinien beschreiben um die ge-

meinschaftliche Achse. Ist uns nun die sich bewegend gedachte ebene Figur gegeben, und die Art der Spirallinie, die jeder ihrer Punkte beschreiben soll: so können wir durch Zeichnung oder Rechnung darthun, welche Lage die in unserer Ebene bezeichneten Punkte in dem gedrehten Cylinder der Länge nach durch die Achse oder parallel mit derselben entzwei schneidet.

Man sieht in jedem Falle, wie die Faserbündel, die Anfangs im Stabe der Länge nach und parallel mit der Achse laufen, durch die Drehung des Stabes ihren Weg nach der Breite nehmen.

Um die Einförmigkeit auf diese Art erhaltener Figuren zu unterbrechen, bereitet man sich mehrere Stäbe und dreht die einen nach rechts, die andern nach links, feilt entweder die entstandenen Kanten wieder ab, oder schmiedet den gedachten Stab wieder viereckig und schweißt nun zwei oder mehrere solche nach entgegengesetzten Seiten gedrehte Stäbe zusammen. Doublirt man diese zusammengeschweißten Stäbe noch einmal, so lagern sich nun die in entgegengesetzter Richtung nebeneinander liegenden Schraubenlinien auch in entgegengesetzter Richtung übereinander, wodurch schon eine vielfach mannigfaltigere Figur entsteht. Streckt man endlich diese zusammengesetzte Figur der Länge nach aus, so werden auch diese horizontalen Fasern nach den Hammerstreichen eine wellenförmige Figur annehmen, vorzüglich wenn man den Stab geflammt ausschmiedet.

In dieser Weise ist der aufgeschweißte Damast der echt orientalischen Klingen und der von dem bekannten Sir Henry in Frankreich um das Jahr 1822 fabricirte Damast hervorgebracht.

Noch mannigfaltiger wird die Kräuselung, wenn man jeden Stab, anstatt ihn seiner ganzen Länge nach immer in derselben Richtung um seine Achse zu drehen, ihn zuerst um einen ganzen Umgang rechts, dann um einen zweiten Umgang links dreht und sofort, so lange man einen Theil des Stückes zum Drehen übrig hat.

Ganz dasselbe findet auch beim Ausschmieden des Damascenerstahles Statt. Wir haben schon gesehen, daß ein gerades Ausschmieden keinen eigentlichen Damast geben würde, und auch eine schlechte Schneide. Man schmiedet deßhalb den Stahlstab geflammt aus, oder dreht den prismatisch oder achteckig geschmiedeten Stahlstab in rothglühendem Zustande bald rechts, bald links, feilt die Kante ab und schmiedet das Ganze zu der verlangten Form. Aus einer solchen Schiene schmiedet man dann die zwei dünnen Lagen, zwischen welche erst die eigentliche Stahlklinge geschweißt wird.

Daß das Schweißen mit aller Vorsicht und Umsicht vorgenommen werden muß, so daß die Schweißung an allen Theilen vollkommen wird, ohne daß das Eisen verbrennt, versteht sich von selbst. Der Arbeiter überzieht deßhalb immer die Garbe, so oft er sie dem Feuer aussetzt, mit einer Mengung aus Straßenkoth, Thon und Kuh- oder Pferdemist bestehend. — Später verfertigte man auch auf dieselbe Art wirklich schneidende Waffen, indem man Schienen aus hartem und weichem Gußstahle zu einer Garbe verband und zwischen sie gepulvertes Gußeisen mit Borax vermengt einstreute. Das Ganze wurde so geschweißt und um $1/3$ länger ausgestreckt, als die Klinge werden sollte. Man doublirt hierauf den Stab, windet ihn um seine Achse, wodurch die Längestreifen in Spiralen verwandelt werden u. s. f. Man kann nun aus dem Ganzen eine Klinge schmieden, oder man nimmt für einen Säbel zwei Schienen dieses damascirten Stahles und schweißt eine schmälere Platte von gutem weichen Eisen rückwärts dazwischen, so daß diese eigentlich den Rücken bildet und der Damascener Stahl die Schneide.

Die Kunst, den gegerbten Damast zu erzeugen, hat in Europa der Franzose Clouet, Professor der Chemie an der Ingenieurschule zu Mezières, im Jahre 1790 zuerst zur Vollkommenheit und in ein System gebracht, nach welchem Tausende von Klingen in Frankreich verfertigt worden sind.

Clouet empfiehlt vor Allem die größte Vorsicht in Aus-

wahl der Stahlschienen aus den Eisenschienen, die durch Schweißen miteinander verbunden werden sollen.

Das Eisen muß von der besten Qualität und von äußerst feinen Nervenfasern zusammengesetzt sein.

Auch für schneidende Waffen, wo man die Eisenschienen am besten ganz wegläßt, sollen alle Stahlsorten, die man zusammenschmeißen will, wohl gegerbt sein, und sie werden am besten von verschiedener Härte herab bis zum Federstahl gewählt. Sie lassen sich dann leicht in dem aus ihnen entstehenden Gewebe durch ihren verschiedenen Farbenton erkennen.

Um einen schönen Damast zu erzeugen, verlangt er einen Stab aus wenigstens 30 zusammengeschweißten Stahlschienen zusammengesetzt. Man beginnt deßhalb damit, sich Schienen zu schneiden von 1‴ Dicke und etwa 10‴ Breite, und legt ihrer zuerst ein Dutzend über einander, so daß sie eine Garbe bilden, in welcher der feine Stahl mit weicherem, etwa mit Federstahl wechselt. Zu den zwei äußersten Schienen wählt man immer den schlechtesten Stahl oder Eisen, im Falle man Eisen mit einweben will. Man schweißt diese Garbe im Holzkohlenfeuer mit aller Vorsicht, daß man ja keine größere Hitze, als nothwendig gebe, wobei man sich fleißig des Thones bedient, den Stahl vor dem Verbrennen zu sichern. Eine zu starke Hitze zerstört den Unterschied zwischen den einander berührenden Stahl- und Eisenschienen, und man würde auf diese Weise eine undeutliche Zeichnung auf dem aus einer so verbrannten Garbe geschmiedeten Stücke erhalten. Man bedenke ja, daß alle Schienen frei sein müssen von Glühspan, und daß man als Schutz des Eisens gegen Oxydation ꝛc. recht trockenen Thon nehme, keinen Sand; ferner, daß man das Feuer nur stufenweise vermehre. Die geschweißte Garbe hämmert man eben, schneidet sie in drei Stücke, und schweißt dieselben wieder zusammen; dadurch erhält man einen Stab aus 36 Schienen zusammengeschweißt.

Um diese Garben zusammenzuhalten, bedient man sich eiserner quadratförmiger Rahmen, die von drei Seiten her sich

genau an die Seiten der Garbe anschmiegen, an der vierten aber noch Raum genug lassen, einen eisernen Keil hineinzutreiben, um die einzelnen Schienen in der genauesten Berührung zu erhalten, denn so ist man sicher, daß sie gut schweißen.

Clouet giebt auch noch Methoden an, wie man sich durch Zusammenschweißen von Schienen und Stäben Stahl- oder Eisenprismen verschaffen kann, die auf ihren Querschnitten alle möglichen Figuren geben.

Da es uns aber zu weit führen würde, auf diese älteren Verfahrungsarten Clouet's speciell einzugehen, so lassen wir dieselben unberücksichtigt und wollen nur Einiges über mehrere neuere Methoden vom Italiener Crivelli, so weit dies ohne Abbildungen thunlich ist, mittheilen.

Das Verfahren, welches der Letztgenannte anwendete, um damascirte Zeichnungen auf seinen Klingen hervorzubringen, und welches allerdings auf einem früheren Verfahren von Clouet beruhte, besteht in Folgendem: Er feilt oder haut zuerst mittelst eines Meißels in seine aus parallelen Lagen bestehende Schiene, die zu einem Säbel verwendet werden soll, der Breite nach cylinderische Rinnen auf beiden Seiten aus, bis auf den dritten Theil der Dicke derselben, jedoch so, daß jede Rinne auf einer Seite immer zwischen zwei auf der andern Seite fällt. Er nimmt hierauf die scharfen Ecken dieser Rinnen mittelst des Meißels und der Feile weg, so daß zuletzt eine schlangenförmige Figur entsteht. Diese schlangenförmige Figur wird nun wieder hellkirschroth-glühend, mittelst eines großen Flachhammers gerade und eben geschmiedet, wodurch die früher geraden Linien eine wellenförmige Figur annehmen. Die erwähnten Rinnen werden natürlich von dem darunter liegenden Eisen ausgefüllt, die durchschnittenen Lagen aber hervorgepreßt, wie die Blätter eines aufgeschlagenen Buches am Schnitte.

Da noch überdieß an den Rändern die Furchen durch die Hammerstreiche mehr und früher ausgefüllt werden, als in der Mitte, so entstehen rosenartige, von den hervorstehenden Rändern der durchschnittenen Lagen eingefaßte oder gebildete Figu-

ren. Crivelli nennt diesen Damast **Rosettendamast**. Man kann natürlich die Lage und Gestalt der Rosen durch Veränderung der Richtung der eingefeilten Rinnen verändern. Jedoch werden durch diese Methode, sowie durch die früheren Clouet'schen, wohl gewissen orientalischen (gegerbten) Damasten ähnliche, aber dem eigentlichen Damaste nie gleichkommende Zeichnungen hervorgebracht.

Eine zweite Art Crivelli's, damastähnliche Zeichnungen auf seinen Klingen hervorzubringen, besteht darin, daß er in einer flachen Hammerbahn verschiedene Figuren auf eine Tiefe von zwei Linien eingraben läßt und so einen Prägstock bildet; hierauf erhitzt er seine Klingen zur hellen Kirschröthe und prägt die in den Hammer eingegrabene Figur darauf, indem er den Prägstock auf die rothglühende Klinge setzt und mittelst eines anderen großen Hammers darauf schlägt, bis die Figuren des Hammers erhaben geprägt auf der Oberfläche erscheinen. Sie werden dann wieder weggefeilt, so daß die Klinge eben wird, worauf man die entgegengesetzte Seite der Klinge auf gleiche Weise behandelt und dieselbe zuletzt ausschmiedet. — Die auf diese Weise hervorgebrachten Figuren und Flecken unterscheiden sich gleichfalls sehr von denen des eigentlichen Damastes und zwar schon durch ihre Regelmäßigkeit.

Crivelli hat noch eine dritte Weise angegeben, Figuren und sogar Buchstaben auf die Klingen zu bringen, die jedoch überaus mühsam ist. Er bringt dieselbe Zeichnung auf beiden Seiten der Klingen an, so daß sich beide einander gerade gegenüber stehend decken. Nun wird das Metall auf eine Seite um die Zeichnung bis auf $1/3$ der Klinge weggehauen, so daß sie also erhaben wird. Auf der entgegengesetzten Seite wird die **Zeichnung selbst** auf gleiche Tiefe herausgestochen, so daß der erhöhten Zeichnung auf einer Seite eine gleiche Vertiefung auf der andern entspricht. Die Klinge wird nun wieder hellroth glühend gemacht, und mittelst eines großen flachen Hammers geebnet. Dadurch drückt sich die erhabene

Zeichnung in die Vertiefung und füllt also die ganze Dicke der Schiene aus.

In der Verfertigung seiner Klingen selbst weicht Crivelli bedeutend von Clouet ab. Auch er setzt dieselben aus vielen übereinander geschweißten Schienen von Stahl zusammen, bringt aber das dazwischen geschweißte Eisen, dessen Gegenwart jedoch Clouet nicht als nöthig erachtet, auf eine solche Weise an, daß die Fasern des Eisens recht- oder etwas schiefwinkelig auf die Fasern des Stahles zu liegen kommen, also sie durchkreuzen und sich noch überdieß während des Schmiedens in die Stahlmasse zum Theil versenken. Um dieß zu bewirken, nimmt er Stahlschienen von 3/4 Wiener Linien Dicke und 1 1/2 Zoll Breite, durch deren Zusammenschweißen die Klinge entstehen soll, und umwickelt jede dieser Schienen mit Eisendraht von gleicher Dicke mit dem Stahlbleche. Er macht in der Regel die Windungen so weit auseinander, daß zwischen den einzelnen immer noch drei Drahtdicken Platz hätten.

Diese so umwickelten Schienen werden bis nahe zur Weißglühhitze gebracht und dann mit einem großen flachen Hammer auf ihrer breiten Seite so lange gehämmert, bis der Draht flach in einer Ebene mit der Klinge erscheint. Dadurch werden also die Schienen der Quere nach auf beiden Seiten von den schraubenförmigen Windungen aller auf beiden Seiten in entgegengesetzter Richtung quer über die Fasern laufenden Eisenspangen zusammengehalten.

Man nimmt nun, um die Schneide der künftigen Klinge von dem Eisen zu befreien, auf den schmalen Seiten der Schiene das Eisen mittelst einer Feile so lange weg, bis der Stahl des umwickelten Stahlblechs zum Vorschein kommt.

Von diesen so vorbereiteten oder mit Eisen armirten Stahlblechen nimmt er 18—20 von etwa 7—8 Zoll Länge, legt sie aufeinander, umwickelt sie mit Draht, schweißt sie zusammen und schmiedet im Gesenke eine 11 Linien breite Stange daraus, welche, da sie zwei Sälbelklingen giebt, in der Mitte

5 und an beiden Enden $2\frac{1}{2}$ Linien dick bleibt. Dieß bildet dann den natürlichen einfachen Damast Crivelli's.

Um künstlichen Damast zu erzeugen, schneidet er die so erhaltene, aber in gleicher Dicke von 2 Linien geschmiedete Stange in 7 Theile, schweißt diese Theile wieder aufeinander, wodurch er natürlich eine Stange erhält, welche, da sie zuerst aus 20 Blättern bestand, jetzt aus 7 Stücken zusammengeschweißt ist, daher aus 7mal 20, d. i. 140 Blättern besteht.

Er verfertigte Klingen, die aus einem Theil Eisen und zwei Theilen Stahl auf obige Weise zusammengeschweißt waren, und härtere aus einem Vierteltheil Eisen und drei Viertheilen Stahl; worauf bei ihrer Härtung Rücksicht genommen werden muß.

Härten der damascirten Klingen.

Da der Stahl der Damascener Klingen härter ist, als gebräuchlicher Gußstahl, so ist es in der Regel im Oriente nicht gewöhnlich, den Klingen ihre größte Härte zu geben, um sie sodann wieder anzulassen. Schon Tavernier erzählt in seinen Reisen, daß die Perser ihre damascirten, aus dem Stahle von Golkonda verfertigten Klingen nur kirschroth erhitzten und sie dann in Leinwand einschlügen, anstatt dieselben wie wir in's Wasser zu tauchen. Auch der englische Consul Barker zu Aleppo in Syrien erzählt, daß die Schwertfeger dort ihre Klingen in einem Gemenge aus gleichen Theilen Sesamöl, Schaftalg, Jungfernwachs und Naphta ablöschten; aber auch da müßten sie noch einmal angelassen werden.

Der Hitzegrad überhaupt, den man diesem Stahle giebt, ist hier sehr zu berücksichtigen; beim eigentlichen Damascener Stahl darf die Hitze ein mäßiges Rothglühen oder Kirschrothhitze nie übersteigen. Die Orientalen haben hier sehr viel Erfahrung, und sie verfahren mit aller möglichen Vorsicht, nicht allein um der Klinge die rechte Hitze, sondern auch eine gleichförmige zu geben. Um durch das Tageslicht in Beurtheilung der Farbe des Rothglühens nicht irre gemacht zu

werden, schreiten sie zum Härten vor Sonnenaufgang. Sie machen sich auf der Erde einen Raum von Steinen begrenzt, von der Größe der anzuglühenden Klingen und füllen ihn mit frischen Tannenkohlen. Das Feuer wird mittelst eines Fächers angefacht, bis die Kohlen durch und durch roth glühen, hierauf die Klinge darauf gelegt, mit denselben Kohlen bedeckt, und gleichförmig anzufachen fortgefahren, bis auch diese Kohlen überall gleichmäßig roth glühen. Hat die Klinge eine schwache Roth- oder Kirschrothhitze erhalten, so wird sie mit ihrer ganzen Länge zugleich, mit der Schneide voran, in einen 3 Zoll tiefen und eben so breiten hölzernen Trog getaucht, welcher mit obiger Mischung aus Sesamöl etc. angefüllt ist. Sie bleibt so lange in dieser Mischung, bis sie kalt geworden ist.

Man wird überhaupt denselben Zweck erreichen, wenn man die Klinge bei ihrem gehörigen Hitzegrade in's Wasser taucht. Sie muß da nur wieder angelassen werden. Crivelli fand bei seinen Klingen aus einem Theil Eisen und zwei Theilen Stahl das Anlassen nicht mehr nöthig. Auch die gegenwärtig in Damascus übliche Methode, die Klingen aus künstlichem Damaste mit einem Teige aus gleichen Theilen Barilla, Soda, pulverisirten Eierschalen, Kochsalz und Borax zu überziehen, sie bis zur Kirschrothhitze in diesem Zustande anzuglühen, und dann, wenn sie in's dunkle Rothglühen übergehen wollen, im Quellwasser abzulöschen, scheint ein nachheriges Anlassen unnöthig zu machen.

Die ersten Damascener Klingen werden jedoch auch im Oriente nachgelassen, indem man die Mischung von Sesamöl etc., in der sie abgelöscht worden sind und wovon nur ein Theil an der Klinge hängen bleibt, auf denselben Kohlen, auf welchen die Klingen zum Härten angeglüht worden, verrauchen läßt.

Sobald die Klinge aufhört zu rauchen, entfernt man sie vom Feuer, läßt sie eiskalt werden, und nimmt den auf der Klinge hängen gebliebenen Rückstand vorsichtig mit dem Messer weg.

Wir werden jedoch denselben Effect erreichen, wenn wir

unsere Klingen mit Wachs bestreichen, und dasselbe gleichfalls über Kohlen verrauchen lassen. Soll die Klinge sehr elastisch bleiben, so müssen wir sie am besten auf einem nach ihr gekrümmten rothglühenden Eisen blau anlaufen lassen, während man ihre Schneide durch rasches Ueberfahren mit einer eingeschnittenen frischen Kartoffel durch die ganze Dauer des Anlassens kühl erhält.

Sichtbarmachen des Damastes.

Jede auf diese Art gehärtete Klinge muß natürlich polirt werden.

Man bedient sich dazu zuerst eines feinen Schleifsteines, polirt mit geschlämmtem Schmirgel mittelst eines gölten Holzes, und bräunt sie zuletzt mit Blutstein. Bei manchen Klingen von grober Krystallisation erscheinen schon hier die ersten Anfänge von Damast. Die Klinge muß nun von jeder Spur des Oeles oder Fettes, das vom Poliren immer zurückbleibt, befreit werden. Dieß geschieht mittelst ungelöschtem oder Aetzkalk, den man zuletzt noch im Oriente mit Wasser abwäscht, in welchem Tabaksasche aufgelöst war. Daß die Klinge mit den Fingern nicht mehr berührt werden darf, versteht sich wohl von selbst.

Jedes Agens, welches chemisch diese polirte und von allem Fette befreite Oberfläche afficirt, ist im Stande, das feine damastartige Gewebe des Stahles sichtbar zu machen. Selbst die Wirkung der Atmosphäre ist das zu thun fähig, und eine gut überrostete Klinge wird ihr krystallisches Gefüge zeigen, wenn man sie wieder polirt. Bedient man sich künstlicher Beizmittel, so kann man es als Princip ansehen, daß, je langsamer die Wirkung dieser Mittel, vorzüglich bei ächtem Damaste, ist, desto schöner und gleichförmiger die Zeichnung werde.

Im Oriente gebraucht man als oxydirendes und auflösendes Mittel ein Salz, das auf dem Drusengebirge an einer Quelle bei Ghasir, aus zersetztem schwefelkieshaltigen Schieferthon auswittert und aus schwefelsaurer Thonerde und eben solchem Eisenoxydul besteht. Dieses Salz muß in einem blei-

ernen oder gläsernen Gefäße in Wasser aufgelöst werden. Man streicht es bloß mit dem Finger auf die ganze Klinge, wäscht hierauf dasselbe in reinem Wasser wieder ab, und wiederholt die Operation so lange, bis der Damast hinreichend hervorgetreten ist.

In Europa nimmt man in der Regel Scheidewasser, das man in einen mit Wasser gefüllten hölzernen Trog so lange gießt, bis das Wasser schwach sauer, etwa wie gewöhnlicher Essig, geworden ist. In dieses legt man die Klinge und beobachtet den Punkt, wo der Damast am schönsten hervorgetreten ist. Man nimmt die Klinge schnell heraus, wäscht sie so gut als möglich in reinem Wasser, damit die Klinge von der letzten Spur Säure befreit werde und nicht roste, trocknet sie vollkommen mit reiner Leinwand und ölt sie zuletzt gut ein, am besten mit Klauenfett.

Man kann auch die Klinge in einen Trog mit reinem Wasser legen, und, während die Flüssigkeit stets umgerührt wird, so lange Scheidewasser hinzugießen, bis man sieht, daß die Klinge angegriffen zu werden beginnt.

Crivelli bedient sich als Beizmittel für seinen gegärbten Damast eines Gemenges aus einem Theile gewöhnlichen Scheidewassers von 1,3 specifischem Gewichte und 20 Theilen gemeinen Essigs. Diese Mischung thut auf Klingen, nach seiner Art verfertigt, ihre Wirkung in 20 — 25 Minuten vollkommen. Er stellt die Klinge in der Mischung auf die Schneide und läßt sie nirgends mit den Wänden in Berührung kommen.

Außer diesem gegärbten Damaststahl hat man auch einen geschmolzenen; man kann im Allgemeinen den weiter oben beim Gußstahl erwähnten indischen Stahl oder Wooz und verschiedene Legirungen von Stahl und anderen Substanzen dahin rechnen, die wir hier kurz erwähnen wollen, da sie im Allgemeinen wenig Werth für die Technik haben.

Der Franzose Breant schmolz mit 100 Theilen Stahl 1 Thl. Kienruß und 1 Thl. Graphit zusammen. Wäre der

Graphit reine Kohle gewesen, so hätte sich der erhaltene Stahl gewiß nicht hämmern lassen, so aber ist der Graphit gewöhnlich mit Kieselerde und Eisen gemengt, des mit ihm chemisch verbundenen Kiesels nicht einmal zu gedenken; der Kiesel diente deßhalb hier zur Erzeugung von Kieselkohleneisen, wodurch gewiß ein guter Damast entstanden sein mußte.

Stodart und Faraday vermischten 1 Theil Silber mit 500 Theilen Stahl, allein die Praxis hat durch die Versuche dieser Chemiker nur wenig gewonnen.

Obristlieutenant Fischer in Schaffhausen nahm im Jahre 1825 ein österreichisches Patent auf eine Legirung des Stahles mit Nickel, die er Meteor-Stahl nannte, weil sich im Meteor-Eisen immer Nickel findet. Nach einem englischen Patente werden 4 Theile reines Nickel, 1 Theil Silber und 24 Theile Zink und Kohlenpulver in einem feuerfesten lutirten Graphittiegel geschmolzen und in kaltes Wasser ausgegossen, um sie leichter zerstoßen zu können. Von dieser Legirung schmilzt er 8 Unzen mit 24 Pfund Cementstahl zusammen, und mengte noch 6 Unzen gepulverten, mit einer Unze Holzkohlenpulver gemengten Chromeisenstein hinzu. Als Fluß ist empfohlen 2 Unzen ungelöschter Kalk und eben so viel Porzellanthon. Allein auch diese zusammengesetzte Legirung scheint keinen Vorzug vor dem gewöhnlichen Breant'schen Damaste zu haben.

Die neuesten Versuche hat Herr de Luynes gemacht, sich stützend auf seine Analysen von indischen Stahleingüssen, Wooz und damascirten ostindischen Säbeln und Dolchen ꝛc. Obwohl diese Analysen in so fern den Verdacht erregen, als sie den Kohlenstoffgehalt dieser indischen Produkte so groß angeben, daß dieser Kohlegehalt den des am meisten gekohlten Roheisens einmal sogar um das Vierfache übersteigt, so sind doch die praktischen Resultate bemerkenswerth. Nachdem Herr de Luynes Versuche mit Wolfram, Nickel und Mangan gemacht hatte, die er alle in dem orientalischen Stahle gefunden haben wollte, erhielt er als Resultat, daß eine große Quantität Mangan-

metall, mit irgend einem Stahle verbunden, hinreiche, in demselben den schönsten Damast hervorzubringen.

Endlich sind auch noch die Versuche des russischen Bergingenieur-Obristen Anosson zu erwähnen, die aber eben so wenig praktischen Werth haben.

Die besten Damascenerklingen wurden von jeher in Damascus in Syrien verfertigt, der Stahl dazu wurde jedoch aus Kabul, in Afghanistan gelegen, bezogen. Die Zeichnungen dieser Klingen sind äußerst zart, die Linien höchst mannigfaltig gewellt und schön verschlungen, doch nicht sehr bestimmt begrenzt; so daß die Zeichnungen wie hingehaucht erscheinen und schwierig zu copiren sind. Gegenwärtig beziehen die Waffenschmiede zu Damaskus denselben, der du Fool de hind (indischer Stahl) heißt, aus Dekan, und die Perser einen ähnlichen aus Golkonda, beides im Vorderindischen gelegen. Die gegenwärtig bei uns und zum Theil auch im Oriente berühmtesten sind die persischen Klingen Tābān-Enti, Tābān Kirmani aus Khorassann. Assad Allah zu Ispahan war der berühmteste Waffenschmied seiner Zeit.

Die syrischen Arbeiter, obwohl gegenwärtig meist in Aegypten, Alexandrien oder Kairo, verstehen noch immer die besten damascirten Klingen zu machen, die unter dem Namen der ägyptischen selbst in Persien geschätzt sind.

Noch kennt man Klingen von Alt-Kairo mit starken Adern, schwarz und weiß; aus Constantinopel mit grauen großen, manchmal verschlungenen Adern; aus Bagdad mit rautenförmigen Zeichnungen; ebenso aus königlich Belarack grob marmorartig gegitterte, der marmorartige Damast oft sehr weiß, und die Klinge eben so hart als zerbrechlich. Die meisten dieser Arten sind jedoch wahrscheinlich künstlicher Natur. Alle ächten Damascenerklingen kann man umschmieden und den Damast jedesmal wieder neuerdings hervorbringen.

Neuntes Capitel.

Von der Verarbeitung des Stahls zu besonderen Fabrikaten.

Nachdem wir in den vorhergehenden Capiteln dieses Abschnittes von der Bearbeitung des Stahles im Allgemeinen geredet haben, gehen wir nun zur Verarbeitung desselben zu einer Reihe besonderer Fabrikate über, um unsern Lesern die specielle Anwendung der in den vorhergehenden Capiteln vorgetragenen allgemeinen Grundsätze an einer Anzahl häufig vorkommender Gegenstände nachzuweisen. Wir müssen uns dabei kurz fassen, um den Umfang der vorliegenden Schrift nicht noch mehr auszudehnen; allein das Gesagte wird hinreichend sein, da wir die allgemeinen Grundsätze in möglichster Vollständigkeit mitgetheilt haben.

I. Von der Verfertigung der Feilen, Raspeln und Fraisen.

Die beiden ersteren Werkzeuge werden auf gleiche Art verfertigt, da sie sich nur durch den Hieb von einander unterscheiden, welcher bei den Raspeln aus vielen getrennt stehenden kleinen Eindrücken besteht. Jeder solcher Eindruck hat neben sich einen scharfen zahnförmig in die Höhe stehenden Grath, wodurch die Oberfläche des Werkzeugs wie mit kurzen Spitzen ziemlich bedeckt erscheint. — Ganz anders ist die Verfertigung der Fraisen, allein da diese Werkzeuge die nächste Verwandtschaft zu den Feilen haben, so müssen wir sie auch hier betrachten.

Zuvörderst müssen wir über die Beschaffenheit der Feilen reden, um so mehr, da diese Werkzeuge eine so allgemeine Anwendung bei der Bearbeitung der Metalle haben wie kein anderes, denn alle Gegenstände, bei denen nach dem Gießen, Schmieden u. s. w. noch eine feinere Ausbildung der Form nöthig ist,

und die nicht geeignet sind, durch Abdrehen, Behobeln oder Abschleifen vollendet zu werden, bedürfen des Abfeilens. Die Feile ist nämlich im Allgemeinen ein Stück Stahl mit regelmäßigen rauhen Einschnitten auf ihrer Oberfläche, die von den Metallen, über welche sie mit angemessenem Drucke hin bewegt wird, mehr oder weniger feine Späne, die Feilspäne oder den Feilstaub abstößt.

Die Einschnitte der Feilen oder die sogenannten Hiebe, werden, wie wir weiter unten sehen werden, mittelst eines Meißels hervorgebracht, und es ist deren Anordnung und Feinheit von großer Wichtigkeit. Sehr wenige Feilen sind einhiebig, d. h. enthalten nur eine Reihe paralleler Einschnitte, welche sämmtlich nach einer Richtung stehen. Bei den meisten Feilen hingegen laufen die Einschnitte nach zwei sich durchkreuzenden Richtungen, und man nennt diese daher zweihiebige Feilen. Sie zeigen zahlreiche und einander ganz nahe liegende rautenförmige Zähnchen, welche der ganzen Fläche eine gleichmäßige Rauhigkeit oder Schärfe verleihen. Die zuerst angefertigte Reihe von Einschnitten heißt der Grund- oder Unterhieb; die hierauf über Kreuz gemachten Einschnitte bilden den Kreuz- oder Oberhieb. Wenn man eine Feile quer vor sich hinlegt, so erscheint der Unterhieb nach der rechten Seite, der Oberhieb nach der linken hin geneigt. Beide Hiebe dringen dergestalt schräg in die Feile ein, daß ihre aufgeworfenen Kanten nach dem vorderen Ende oder der Spitze hin steil abfallen, nach dem Hefte zu aber einen schräg abgedachten Rücken darbieten; daher greift auch eine Feile nur dann bedeutend an, wenn sie vorwärts gestoßen wird und viel weniger beim Zurückziehen.

Nothwendige Eigenschaften einer guten Feile sind: 1) Gehörige Härte. Mit Ausnahme der größten Armfeilen, welche oft aus einem Kerne von geschmiedetem Eisen, mit aufgeschweißtem Stahle überzogen, bestehen, sind alle Feilen ganz von glashartem Stahle. Die gußeisernen Putzfeilen der Eisengießereien sind eine Ausnahme. Die Angel muß man, wenn sie an

den Feilen noch hart ist, vor dem Einstecken in das Heft mit einer glühend gemachten Schmiedezange weich machen, um das Abbrechen derselben zu verhindern. 2) Richtige Form, namentlich auch in der Hinsicht, daß sich die Feilen nicht im Härten gekrümmt oder verzogen haben dürfen. 3) Reinheit des Stahls, der ohne Sprünge, schwarze Flecken und Streifen sein muß. 4) Gehörige Tiefe, Regelmäßigkeit und Gleichheit des Hiebes. 5) Hellgraue Farbe, weil eine schwarze oder schwarzgraue Fläche die Gegenwart von Glühspan (Zunder) anzeigt, wobei die Schärfe des Hiebes sich schnell abnutzt.

Die große Mannigfaltigkeit der Gegenstände, welche mit Feilen bearbeitet werden, bringt eine sehr bedeutende Verschiedenheit unter diesen Werkzeugen, nach Größe, Feinheit und Form, mit sich.

Die größten Feilen haben sehr selten über 18 bis 24 Zoll Länge; die kleinsten, welche in den Werkstätten der Uhrmacher vorkommen, sind kaum einen Zoll lang. Innerhalb dieser Grenzen finden zahlreiche Abstufungen der Größe statt. Man bestimmt die Länge der Feilen nach dem Zollmaße, wobei die Angel nicht berücksichtigt wird. Die Breite und Dicke stehen (bei jeder einzelnen der Form nach verschiedenen Art von Feilen) mit der Länge in einem ziemlich unwandelbar bestimmten, theils durch Gewohnheit hergebrachten, theils von dem Zwecke abhängigen Verhältnisse.

Im Handel unterscheidet man Bundfeilen (welche in Bunden von 3 bis 16 und mehr Stück verkauft werden, und deren Größe in umgekehrtem Verhältnisse mit der Anzahl Stücke im Bunde steht) von Zollfeilen (bei denen die Länge im Zollmaße angegeben wird, und der Verkauf nach Dutzenden geschieht).

Die Abstufungen der Feinheit schätzt man nach der Anzahl von Einschnitten, welche der Hieb auf bestimmtem Raume darbietet. Je dichter die Einschnitte stehen, desto schmäler und seichter sind sie. Um bei der ungemeinen Verschiedenheit der Feilen in dieser Beziehung einigermaßen einen Aus-

druck für die Grade der Feinheit zu haben, unterscheidet man gewöhnlich drei Arten von Hieb: 1) groben Hieb; 2) Mittelhieb; 3) feinen Hieb. Die größten Feilen mit grobem Hiebe sind die Armfeilen und die Strohfeilen, welche letztere so heißen, weil sie in Stroh verpackt in den Handel kommen. Die Feilen mit Mittelhieb werden gewöhnlich Bastardfeilen, auch Vorfeilen, die mit feinem Hiebe Schlichtfeilen genannt. Oefters wird zwischen die Bastard- und Schlichtfeilen noch eine Sorte eingeschoben, welche man Halbschlicht nennt, und nach den Schlichtfeilen noch eine feinere Gattung hinzugefügt: Fein-Schlicht, Schlicht-Schlicht; wodurch also im Ganzen fünf Haupt-Abstufungen entstehen. Zu diesen fügen einige englische Fabriken noch eine sechste Gattung (middle cut), welche zwischen rough und bastard steht.

Die vollständige Stufenreihe ist demnach folgende:

		französisch	englisch
1)	Grob	grosse	rough
*2)	. . .	. . .	middle
3)	Bastard	bâtarde	bastard
*4)	Halbschlicht	demi-douce	second-cut
5)	Schlicht	douce	smooth
6)	Feinschlicht	superfine	dead-smooth.

worunter die zwei mit * bezeichneten Gattungen am wenigsten oft vorkommen, die Nummern 1, 3 und 5 aber allgemein gebräuchlich sind. Diese Bezeichnungen müssen durchaus mit Hinsicht auf die Größe der Feilen verstanden werden; denn durch die Benennung Schlichtfeile z. B. erhält man keinen vollkommenen Begriff von der absoluten Feinheit des Hiebes, weil letzterer bei kleinen Feilen feiner ist als bei großen. Dagegen weiß man, wenn etwa eine sechszöllige, rc. Schlichtfeile genannt wird, recht wohl, welche Feinheit des Hiebes man sich zu denken hat, weil für jede Größe eine ziemlich gleichbleibende Feinheit gewöhnlich ist. Doch weichen in dieser Beziehung die deutschen, französischen und englischen Fabriken, ja die Fabriken eines und desselben Landes, von einander ab; in England z. B.

haben die Lancashire-Feilen bei gleicher Benennung einen feinern Hieb, als die Feilen von Sheffield. Für Erstere sind — indem nur die Einschnitte des Oberhiebes gezählt werden — auf 1 Zoll Feilenlänge folgende Anzahlen derselben als der Wahrheit sehr nahe kommend anzunehmen.

Gattungen des Hiebes.	Länge der Feilen, Zoll					
	4	6	8	12	16	20
Rough	56	52	44	40	28	21
Bastard	76	64	56	48	44	34
Smooth	112	88	72	72	64	56
Superfine	216	144	112	88	76	64

Dagegen hat die Untersuchung verschiedener Sheffield-Feilen folgende Resultate ergeben (ebenfalls auf 1 engl. Zoll der Länge):

Gattungen des Hiebes.	Länge der Feilen, Zoll					
	3	7	12	16	20	22
Rough	..	..	..	..	14	13
Bastard	73	37	28	22	19	17
Second-cut	..	..	40	37	32	..
Smooth	117	73	61	50	43	..

Armfeilen enthalten 10 bis 27, Strohfeilen 15 bis 25, die feinsten Uhrmacher-Feilen dagegen 140 bis 190, die Uhrmacher-Zapfenfeilen sogar 230 Einschnitte auf 1 engl. Zoll Länge. Auch in allen diesen Fällen ist ausschließlich der Oberhieb gezählt; der Unterhieb bietet auf 1 Zoll um 3 oder 4, oft (zumal bei feinen Feilen) um 6 bis 10 Einschnitte weniger dar als jener.

Was die Form der Feilen betrifft, so sind die meisten spitzig, d. h. gegen das vordere Ende hin stark verjüngt und selbst in eine wirkliche Spitze auslaufend; einige Arten aber sind überall von gleicher Breite und Dicke, oder verjüngen sich nur wenig. Die Flächen der Feilen sind (der Länge nach betrachtet) theils gerade, theils bauchig; das letztere ist, mit sehr seltenen Ausnahmen, bei allen Feilen von einiger Größe der Fall, und hat zunächst den guten Erfolg, das Krummziehen

beim Härten zu erschweren, außerdem aber den großen Nutzen, das richtige Abfeilen ebener Flächen zu befördern, zumal wenn diese in der Richtung des Feilenzuges schmal sind.

Große Mannigfaltigkeit zeigen die Feilen in der Gestalt ihres Querschnitts, wonach man sie in viele mit eigenen Namen bezeichnete Gattungen abtheilt:

1) Viereckige Feilen, Querschnitt im Quadrat, alle vier Flächen gehauen. Hierzu gehören die Armfeilen, welche zur ersten Ausarbeitung großer Gegenstände gebraucht werden. Sie sind 12 bis 24 Zoll lang, stark bauchig und spitz, in der Mitte 1 bis 2 Zoll breit und dick. — Kleinere viereckige Feilen kommen bis zu 3 Zoll herab, Bastard und Schlicht, vor, sind jederzeit spitzig und dienen zur Ausarbeitung viereckiger Oeffnungen, Ausschnitte u. s. w.

2) Flache Feilen, Ansatzfeilen (womit man rechtwinkelige Ansätze ausfeilt), Handfeilen, Querschnitt ein Rechteck, eine der schmalen Seiten ohne Hieb, beinahe von einerlei Breite in der ganzen Länge, wenig bauchig. — Hier unterscheidet man wieder dickflache und dünnflache Feilen.

3) Spitzflache Feilen, Spitzfeilen, Querschnitt wie bei den Handfeilen, die ganze Feile aber spitzig zulaufend, die Flächen bauchig, meist alle vier gehauen, jedoch zuweilen eine der schmalen Seiten ohne Hieb.

4) Messerfeilen, spitz, im Querschnitt dünn keilförmig nach Art einer Messerklinge, nur daß an die Stelle der Schneide eine sehr schmale Fläche tritt; alle vier Flächen mit Hieb versehen. Sie dienen zur Verfertigung schmaler Einschnitte u. dgl., werden aber nicht häufig gebraucht.

5) Gabelfeilen, spitzflache Feilen, deren schmale Seiten abgerundet sind. Bei der Verfertigung der Gabeln werden diese Feilen gebraucht, um die Räume zwischen den Zacken auszuarbeiten; außerdem macht man damit andere schmale Einschnitte mit abgerundetem Ende. Ihre Anwendung ist sehr beschränkt.

6) Einstreichfeilen, Schraubenkopf-Feilen,

Querschnitt ein stark verschobenes gleichseitiges Viereck, dessen scharfe Winkel ein wenig abgestumpft sind. Die zwei dadurch entstandenen ganz schmalen Flächen sind gleich den vier breiten gehauen. Man macht damit die Einschnitte der Schraubenköpfe und ähnliche schmale Einkerbungen, wozu nie eine größere Länge der Feile als 2 bis 5 Zoll erforderlich ist. Die Breite und Dicke ist von einem Ende bis zum andern gleich groß.

7) Dreieckige Feilen, immer spitz, der Querschnitt ein gleichseitiges Dreieck, Hieb auf allen drei Flächen. Sie dienen zum Ausfeilen spitzer Winkel.

8) Sägefeilen, zum Einfeilen und Schärfen der Zähne an Sägeblättern; theils spitzig, theils stumpf, übrigens den dreieckigen Feilen gleich, nur daß die drei Kanten durch ganz schmale, besonders (jedoch nur einfach) gehauene Flächen ersetzt sind, wodurch größere Dauerhaftigkeit erreicht wird. Sie sind 3 bis 6 Zoll lang, manchmal einhiebig (ohne Unterhieb).

9) Halbrunde Feilen, spitz, im Querschnitt von der Gestalt eines Kreisabschnittes, die flache und die runde Seite gehauen; auf letzterer der Hieb von eigenthümlicher Beschaffenheit, nämlich jede über die Breite der Feile hergehende Linie desselben aus mehreren kurzen Einschnitten zusammengesetzt; bei Schlichtfeilen auf dieser runden Seite gewöhnlich nur der Oberhieb vorhanden; dienen zur Ausarbeitung concaver Krümmungen. Unter den Strohfeilen sind auch halbrunde gebräuchlich.

Bei den gewöhnlichen halbrunden Feilen ist die Krümmung der convexen Seite ein Kreisbogen von 90 bis 120°; solche mit viel schwächerer Krümmung, deren Bogen öfters nur 30 bis 40° mißt, heißen flach-halbrunde.

10) Wälzfeilen, dünne halbrunde, in der ganzen Länge gleich breite Feilen von 2 bis 6 Zoll Länge, an welchen nur die flache Seite gehauen, die runde aber glatt ist. Gebrauch: zum Abrunden (Wälzen) der Zähne an kleinen Rädern.

11) Vogelzungen, immer spitz, Querschnitt eine aus zwei Kreisbögen zusammengesetzte Figur. Die Feile besitzt dem-

nach zwei convexe Flächen, welche beide nach Art der runden Seite an den halbrunden Feilen gehauen sind. Gewöhnlich giebt man der einen Seite eine flachere Krümmung als der andern. Man wendet die Vogelzungen überhaupt zu ähnlichen Zwecken wie die halbrunden Feilen an, besonders aber bequem zum Ausfeilen der spitzovalen Oeffnungen zwischen den Armen oder Schenkeln der Uhrräder, welche zwei verschiedene Bögen darbieten.

12) Runde Feilen, jederzeit spitzig, Querschnitt ein Kreis, der ganze Umfang mit der bei convexen Flächen gebräuchlichen Art des Hiebes bedeckt und demgemäß die Schlichtfeilen in der Regel nur einhiebig. Runde Strohfeilen sind selten. Die runden Feilen überhaupt werden zur Ausarbeitung runder Löcher und stark gekrümmter Vertiefungen gebraucht. Die kleinsten runden Feilen führen den Namen Rattenschwänze.

Die bisher aufgezählten Arten der Feilen genießen des ausgedehntesten Gebrauches, so daß man sie fast sämmtlich in allen Metallarbeiter-Werkstätten findet. Viele andere Arten, welche für specielle Zwecke berechnet sind, kommen dagegen nur bei einzelnen Gewerben in Anwendung; diese alle hier zu beschreiben oder nur namentlich anzuführen fehlt der Raum: doch soll das Wichtigste darunter nicht übergangen werden.

1) Uhrmacher-Feilen. Unter diesem Namen sind nicht alle Feilen zu verstehen, welche der Uhrmacher gebraucht; denn die meisten der oben beschriebenen Arten, besonders die mittleren und kleinen Sorten, hat dieser Künstler mit anderen Metallarbeitern gemein.

2) Nadelfeilen und Federfeilen, 2 bis 4 Zoll lange dreieckige, halbrunde, runde und messerförmige Feilen, welche manchmal nicht gehärtet sind, damit sie sich biegen lassen, wenn man damit auf vertiefter Oberfläche arbeiten muß. Den meisten Gebrauch davon machen die Goldarbeiter.

3) Schweiffeilen, von den Schlossern zum Ausfeilen

der geschweiften Schlüssellöcher u. dgl. angewendet. Im Querschnitt trapezförmig, mit einer einzigen gehauenen Fläche.

4) Backenfeilen der Messerschmiede, der Länge nach gefurcht, mit einem einfachen quer über die Furchen laufenden Hiebe, um die als Verzierung dienenden Querstreifen auf den metallenen Backen der Messerschalen einzufeilen.

5) Liegefeile der Goldarbeiter, eine sehr breite flache Feile, deren Gebrauch das Eigenthümliche hat, daß die Feile auf den Tisch gelegt, und das kleine Arbeitsstück darüber hin und hergezogen wird.

6) Riffelfeilen, verschiedentlich gebogen oder gekröpft, um in Vertiefungen arbeiten zu können; zum Gebrauch für Gürtler, Goldarbeiter, Bildhauer &c. Zuweilen macht man sie aus Eisen und härtet sie nur oberflächlich durch Einsetzen, wonach sich mittelst eines hölzernen Hammers ihre Krümmung beliebig verändern läßt.

7) Scheibenförmige Feilen, welche sich um ihre Achse drehen, während die Arbeitsstücke mit ihrem Umkreise in Berührung gesetzt werden. Dahin gehört namentlich der bei den Nadlern zum Zuspitzen der Stecknadeln gebräuchliche Spitzring. Dieser vermittelt den Uebergang von den Feilen zu den Fraisen, von denen wir weiter unten reden werden.

Feilen wie Raspeln werden in der Regel aus gegerbtem Roh- oder Cementstahle (nur kleine und feine Feilen aus Gußstahl) geschmiedet, dann durch Befeilen oder Schleifen ausgearbeitet, mit dem Hiebe versehen, endlich gehärtet.

Das Schmieden. — Hierzu dient ein Amboß von 100 bis 200 Pfund Gewicht, welcher eine flache verstählte Bahn von 9 bis 12 Zoll Länge und 5 bis 6 Zoll Breite, aber keine Hörner besitzt. Die Hämmer sind mit einer viereckigen, wenig convexen Bahn versehen, haben aber keine Finne. In der Regel arbeitet an einem Feuer ein Schmied mit zwei Gehülfen, von welchen der eine den Blasbalg zieht, das Feuer unterhält und den Stahl hitzt, der andere aber als Zuschläger beim Schmieden hilft; nur bei sehr kleinen Feilen ist dieser letztere

überflüssig. Dreieckige, halbrunde, runde und Vogelzungenfeilen müssen in Gesenken geschmiedet werden, welche für die ersten zwei Arten bloß aus einem Untertheile, für die anderen Beiden aus Unter- und Obertheil bestehen. Diese Gesenke, welche ungefähr 3 Zoll lang, 1$^1/_2$ bis 2 Zoll breit und 1 Zoll hoch sind, werden auf dem Gesenkamboße angebracht, welcher aus Eisen besteht, und auf seiner horizontalen, 8 Zoll langen, 4 Zoll breiten Oberfläche der ganzen Länge nach einen $^3/_4$ Zoll tiefen Falz besitzt. Dieser Letztere ist so breit als die Gesenke sind, und läuft von einem Ende zum andern ein wenig keilförmig schmäler zu, damit ein vom weiten Ende hineingeschobenes Gesenk gehörig feststehe.

Jede Feile (die größten Armfeilen ausgenommen, welche man unter dem Wasserhammer bearbeitet) wird in zwei Hitzen fertig geschmiedet: in der ersten wird der Körper und die Spitze der Feile gebildet, und das Stück, dessen Dimensionen man an einer Lehre prüft, von der Stahlstange auf dem Abschrote abgehauen; in der zweiten Hitze muß die Angel geschmiedet, die Feile gerichtet, d. h. von etwa vorhandenen Unvollkommenheiten der Form befreit, und der Fabrikstempel aufgeschlagen werden. Meistentheils werden des Vormittags an einem Feuer ununterbrochen Feilen aus der ersten Hitze geschmiedet und am Nachmittag erhalten diese alle der Reihe nach die zweite Hitze. Nach Verschiedenheit der Größe und Gestalt der Feilen verfertigen die drei Arbeiter an einem Schmiedefeuer täglich 18, 20 bis 25 Dutzend Feilen. Die geschmiedeten Feilen werden, um sie für die nachfolgende Bearbeitung recht weich zu machen, in einem kleinen Ofen geglüht und sehr langsamer Abkühlung überlassen: sie verlieren auf diese Weise die Härte, welche sie durch die Hammerschläge beim Schmieden erlangt haben.

Die Ausarbeitung der Feilen nach dem Schmieden hat einen doppelten Zweck; dieselben blank zu machen und zugleich ihre Gestalt völlig und genau auszubilden. Man erreicht dieß durch Feilen oder durch Schleifen. Bei dem ersten Verfahren nimmt man verschiedene Feilhölzer zu Hülfe, auf welche

man die zu bearbeitende Feile legt, um sie bequem festzuhalten, insbesondere wenn sie dreieckig oder mit runden Flächen versehen ist. Ein Arbeiter feilt des Tages 2 bis 5 Dutzend fertig, nach Verschiedenheit der Sorten. Wiewohl das Feilen eine sorgfältigere Vollendung gestattet, so ist es doch für die allgemeine Anwendung zu kostspielig (wegen Zeitaufwand und Feilenabnutzung); in großen Fabriken ist daher das Schleifen gewöhnlicher, wozu man sich 3 bis 4 Fuß großer, 6 bis 8 Zoll breiter, 100 Mal in einer Minute umlaufender Steine bedient.

Die nach der Länge gehenden Furchen mancher Feilen (z. B. der hohlen Charnierfeilen, der Backenfeilen) werden mit einem Ritzeisen eingerissen: einer 4 bis 6 Zoll langen, $^3/_4$ Zoll breiten, auf den Kanten gehörig eingekerbten Stahlklinge, welche an zwei Heften mit beiden Händen geführt wird. — Halbrunde Feilen wollte man, nach einem in England gemachten Vorschlage, als flache Schienen schmieden, ausarbeiten, hauen, zuletzt aber in einem kupfernen Gesenke unter dem Prägwerke hohl (rinnenartig) pressen und härten. Es ist schwer zu glauben, daß auf diese Weise mit Vortheil gute Feilen herzustellen seien.

Das Hauen ist diejenige Arbeit, durch welche der Hieb der Feilen und Raspeln, d. h. ihre regelmäßige Rauhigkeit, hervorgebracht wird. Es geschieht mittelst Meißeln, welche in Größe und Gestalt Verschiedenheiten darbieten. Die Meißel zum Hauen der Feilen insbesondere besitzen eine zweiseitig zugeschärfte Schneide, welche geradlinig, concav oder convex sein muß, je nachdem die Flächen der Feilen eben, rund oder hohl sind. Uebrigens beträgt die Länge der Meißel $2^1/_2$ bis 4 Zoll, ihre Breite an der Schneide (die sich nach der Breite der Feilen richtet), $^1/_8$ Zoll bis 2 Zoll. Die Meißel für den Oberhieb sind in der Regel von etwas dünnerer Schneide als jene für den Unterhieb. — Die Meißel zum Hauen der Raspeln haben keine Schneide, sondern eine durch drei zusammenstoßende Flächen gebildete Spitze.

Beim Hauen liegen die Feilen und Raspeln auf einem Amboße, Hauamboß, dessen flache verstählte Bahn gewöhnlich ein längliches Viereck von 7 Zoll Länge und 3 Zoll Breite ist; öfters macht man dieselbe kleiner, z. B. 3 Zoll breit, 5 Zoll lang, und versieht sie an einer schmalen Seite in der Richtung der Länge mit einem Fortsatze, der ziemlich dem Horne eines Schmiedeamboßes gleicht und dem Feilenhauer zum Aufstützen der linken Hand dient Dieser Hauamboß steckt mit einer spitzigen Angel am untern Ende in einem cylindrischen, 2¼ bis 2½ Fuß hohen, 8 Zoll dicken Holzstocke, welcher durch eiserne Klammern am Fußboden befestigt ist. Wenn die untere, aufliegende Seite der Feile flach und noch ohne Hieb ist, so dient der Amboß als unmittelbare Unterlage, wobei man ihn mit feinem Sande bestreut, um das Gleiten zu verhindern; ist die Unterseite schon mit Hieb versehen, so schont man diesen durch Unterlegung einer Bleiplatte oder eines Stücks Pappe. Kehrt aber die Feile in der Lage, welche sie während des Hauens haben muß, eine Kante oder eine runde Fläche nach unten, so erfordert sie eine besondere Unterlage, welche auf den Amboß gestellt wird, und aus Eisen oder Blei besteht, je nachdem die Unterseite noch platt oder schon gehauen ist. Die eisernen Unterlagen heißen Haugesenke, die bleiernen Haubleie, und beide gleichen in Gestalt den Schmiedegesenken, indem sie eben solche rinnenartige Vertiefungen besitzen, in welchen die Feilen festliegen können.

Vor dem Anfange des Hauens wird die Feile mit Schweinfett oder Oel leicht bestrichen, dann auf den Amboß gelegt und durch einen doppelten Riemen, in welchen der sitzende Arbeiter mit den Füßen tritt, fest niedergehalten. Auf die Angel der Feile steckt man oft ein cylindrisches Heft, über welches man bequem den Riemen legen kann. Die Angel ist stets dem Arbeiter zugekehrt; und dieser hält in der linken Hand den Meißel, in der rechten den Hammer (Hauhammer), womit er auf jenen schlägt. Der Hammer hat eine quadratförmige, sehr wenig convexe Bahn und einen 7 bis 12 Zoll

langen Stiel; das Gewicht desselben ist nach der Größe der Feilen verschieden: die kleinsten Hämmer wiegen $1\frac{1}{2}$ bis 2 Loth, die größten 8 bis 10 Pfund. Man fängt mit dem Hauen an der Spitze an und endigt zunächst der Angel. Der Meißel muß eine bestimmte schräge Stellung gegen die Oberfläche der Feile haben. Jeder Einschnitt wird mit einem einzigen Schlage gemacht. Ein sehr fertiger Feilenhauer macht 70 bis 90, bei kleinen Feilen sogar 200 Schläge in der Minute. Wenn alle Seiten einer Feile mit dem Unterhiebe versehen sind, so wird letzterer mit einer flachen Feile leicht überfahren (abgestrichen), um den Grath davon zu nehmen, bevor man den Oberhieb aufsetzt. Ohne diese Vorsicht würden durch den Oberhieb die Einschnitte des Unterhiebes völlig wieder zugedrückt oder geschlossen werden.

Feilenhaumaschinen sind mehrfach entworfen und versucht, aber ihrer unvollkommenen oder kostspieligen Leistungen wegen immer wieder aufgegeben worden. Niemals hat die Arbeit einer Maschine in jeder Beziehung die Schönheit eines guten, aus freier Hand gemachten Feilenhiebes erreicht, was theilweise schon dadurch erklärt wird, daß das feine Gefühl, welches die Arbeiterhand im Aufsetzen und Fortrücken des Meißels leitet, der Maschine abgeht. Hierzu kommt, daß fast alle Feilen sich zu einer Spitze verjüngen und mit bauchigen Flächen versehen sind. Vermöge der Zuspitzung sind die Flächen in verschiedenen Stellen der Feilenlänge ungleich breit, und es kann folglich ein mit bestimmter unveränderlicher Kraft schlagender Hammer nicht überall den Meißel zu gleicher Tiefe eintreiben, wie es doch zur Erlangung eines gleichmäßigen Hiebes unerläßlich ist; vielmehr muß der Schlag von gegebener Stärke einen tiefern Einschnitt auf den schmalen Stellen der Feile erzeugen, wo der ihm entgegengesetzte Widerstand geringer ist, und einen seichten Einschnitt auf den breiten Stellen, wo mehr Metallpunkte widerstehen: daher die Nothwendigkeit, die Stärke des Schlages nach Bedarf zu reguliren. Zufolge der Wölbung der Feilenoberfläche aber muß sich die

Richtungslinie des Meißels in Beziehung zum Horizont allmählig ändern, damit ihre Neigung gegen die Oberfläche stets dieselbe bleibt; und entsprechend muß die Richtung des Hammerschlages sich modificiren. Allen diesen Forderungen kann durch einen Mechanismus nicht genügt werden, es müßte denn derselbe so künstlich und zusammengesetzt sein, daß er dann wegen Kostspieligkeit und Wandelbarkeit unpraktisch würde.

Das Härten der Feilen muß auf solche Weise vorgenommen werden, daß der Hieb durch die Glühhitze keinen Schaden leidet. Man taucht sie deßhalb in einen Brei von Kochsalzauflösung und Roggenmehl, oder bestreicht sie mit einer Mischung von Bierhefen, zerstoßenem gebrannten Horn, Ofenruß, Pferdemist, Kochsalz und Töpferthon; läßt sie in der Nähe des Feuers langsam trocknen; macht sie in der Esse dunkelrothglühend, richtet sie nöthigen Falls mittelst eines hölzernen oder bleiernen Hammers gerade; erhitzt sie noch etwas stärker und härtet sie durch Eintauchen in Regenwasser, wobei die Spitze vorausgeht und die Feile, je nach ihrer Gestalt, vertical oder schief gehalten wird.

Der erwähnte, luftabhaltende und durch seinen eigenen Kohlenstoffgehalt dem Verbrennen des Stahls vorbeugende Ueberzug (die sogenannte Härte) wird oft dadurch hergestellt, daß man die kirschroth-glühenden Feilen in ein Gemenge von Hornspänen und zerstoßenem Kochsalz steckt und darin umwendet, sie wieder in's Feuer bringt und dieses Verfahren noch zwei Mal wiederholt. Wenn nach dem dritten Male die Feile den zum Härten erforderlichen Hitzegrad bekommen hat, ist der Ueberzug dünnflüssig und bekleidet die ganze gehauene Oberfläche vollständig und gleichmäßig. — Manche Feilen ziehen sich beim Härten krumm, besonders die halbrunden, welche beim Schmieden im Gesenk auf ihrer flachen Seite allein durch die directen Hammerschläge stark verdichtet sind, daher nach dieser Seite hin leicht eine convexe (auf der runden Seite eine entsprechend concave) Längenkrümmung annehmen. Man wirkt öfters diesem Uebel dadurch entgegen, daß man ihnen vor dem

Härten eine entgegengesetzte Krümmung giebt, welche sich durch den Härtungsproceß gerade richtet. Das Verfahren, bereits gehärtete und dabei krumm gewordene Feilen im erwärmten Zustande durch Druck (nicht Schlag) gerade zu machen, bleibt immer ein ungenügendes und unsicheres Hülfsmittel.

Aus dem Härtewasser bringt man die Feilen in sehr verdünnte Schwefelsäure; worauf man sie an einer mit Bürsten besetzten, in Wasser umgedrehten Walze reinigt, auf einer erhitzten Eisenplatte schnell trocknet, noch warm in Baumöl taucht, und nach dem Abtröpfeln in Papier verpackt. Das Papier, dessen man sich in England hierzu bedient, ist aus alten getheerten Schiffstauen gemacht, und zeichnet sich eben sowohl durch große Festigkeit, als durch Fähigkeit, den Rost abzuhalten, aus. — Die Angel muß — um das Abbrechen beim Gebrauch zu verhindern — vor dem Einstecken der Feile in ihr Heft durch Anfassen mit einer glühenden Zange, oder durch Eintauchen in stark erhitztes Blei weich gemacht werden.

Feilen, die durch den Gebrauch ganz stumpf geworden sind, läßt man oft aufhauen, d. h. mit neuem Hiebe versehen und neuerdings härten. In diesem Falle muß zuerst die Feile durch Ausglühen weich gemacht, und der alte Hieb weggeschafft werden. Diesen letzteren Zweck erreicht man entweder durch Abschleifen auf einem großen runden Schleifstein, oder durch Abfeilen, Abziehen. Mittelst gewöhnlicher Feilen kann das Abziehen höchstens dann vorgenommen werden, wenn der alte Hieb sehr fein ist, weil er sonst das Werkzeug zu sehr angreift. Man bedient sich deßhalb regelmäßig des Verfahrens, daß man die alten Feilen in hellroth- oder sogar weißglühendem Zustande mit einer sehr großen und groben Abziehfeile, Abfeilraspel glättet. Dieses Werkzeug gleicht an Gestalt einer Armfeile, ist aber an beiden Enden mit einem hölzernen Hefte versehen, und hat entweder einen großen Raspelhieb oder schräg eingefeilte scharfkantige Kerben. Es giebt einspännige Abziehfeilen, d. i. die von einer Person geführt werden, und zweispännige. Erstere sind, ohne die

Hefte, 20 bis 24 Zoll lang, in der Mitte 1¼ Zoll breit und dick, und wiegen ungefähr 8 Pfund; letztere haben eine Länge von 2½ Fuß, eine Dicke von 2 Zoll und ein Gewicht von 20 bis 22 Pfund. — Große Feilen vertragen eine mehrmalige Wiederholung des Aufhauens, wenn sie neuerdings stumpf geworden sind; aber der Stahl leidet dabei öfters so, daß er durch die neue Härtung nicht den erforderlichen Härtegrad mehr annimmt und überdieß bekommen solche Feilen am Ende eine schlechte Form, da im Verhältniß zur Länge ihre Dicke zu sehr vermindert ist.

Fraisen sind durch drehende Bewegung einer Maschinerie wirkende stählerne Werkzeuge, mit mehr oder weniger groben Einkerbungen, welche dem einfachen Feilenhiebe ähnlich sind, jedoch nicht durch Hauen mit einem Meißel gebildet, sondern gewöhnlich eingefeilt. Vermöge der zwischen diesen Kerben stehenden spitzwinkligen Kanten oder Schneiden, nimmt die mit einem Arbeitsstücke in Berührung kommende Fraise auf ähnliche Weise Späne ab, wie eine grobe einhiebige Feile. Die Maschinerie, welche die Fraise in eine rasche drehende Bewegung setzt, nennt man Fraismaschinen. Die Fraisen sind entweder cylindrisch, oder konisch, oder ellipsoidisch u. s. w. Sie werden aus weich gemachtem Stahl geschmiedet, dann abgedreht, durch Feilen mit Einschnitten versehen und zuletzt gehärtet.

II. Sägenblätter.

Man gebraucht als Material zu den größten Sägenblättern (z. B. 6 bis 8 Fuß langen, 8 bis 10 Zoll breiten Brettsägen) Rohstahl, zu den gewöhnlichen kleineren Sägen Gärbstahl, zu den feinsten wohl auch Gußstahl. Zur Darstellung großer Sägen werden zuerst unter dem Wasserhammer Schienen geschmiedet, welche man nachher unter einem zweiten solchen Hammer, aber mit größerer Bahn, ebnet und zur Gestalt der Sägenblätter ausbildet. Die kleinen Sägen werden weit vollkommener, namentlich hinsichtlich der richtigen gleichen Dicke, wie Blech

auf einem Walzwerke dargestellt. Man zertheilt die gewalzten Schienen in Stücke von gehöriger Länge, und giebt diesen durch Beschneiden, wozu am besten eine Zirkelscheere taugt, die richtige Breite und geradlinige Kanten. Nachdem die Sägen in Fett (z. B. einer Mischung von 32 Theilen Thran, 8 Theilen Talg, 1 Theil Wachs) gehärtet und hierauf angelassen sind, werden sie auf runden, vom Wasser getriebenen Steinen blank geschliffen. Beim Härten ist es sehr zweckmäßig, sich einer Vorrichtung zu bedienen, in welcher das glühende Blatt straff angespannt gehalten wird, während man es in das Härtefett taucht. Krümmungen, welche sonst leicht durch das Härten entstehen, werden auf diese Weise ziemlich verhindert. Das Eintauchen muß übrigens mit der Kante (nicht mit der Fläche) geschehen. Metallsägenblätter werden strohgelb oder goldgelb angelassen, Holzsägen meist violett oder gar blau. Das Anlassen kann auf verschiedene Weise geschehen; z. B. durch Abbrennen oder durch Hinziehen über ein heißes Eisenstück, durch Bestreuen mit erhitztem Sande &c. Auch wendet man hierzu eine besondere Vorrichtuug an, welche zugleich den Zweck erfüllt, die Blätter gerade zu richten und ihnen alle etwa durch das Härten entstandenen Unebenheiten zu nehmen. Man legt nämlich das Sägenblatt zwischen zwei lange, in einem Ofen gehörig erhitzte eiserne Platten oder Schienen, und beschwert sie durch ein darauf gelegtes großes Eisenstück. Manchmal wird überdieß gleichzeitig die Säge durch zwei mit Schrauben versehene Zangen an beiden Enden gefaßt und straff angespannt. Man kann mehrere Blätter zugleich anlassen, indem man dieselben abwechselnd mit erhitzten eisernen Schienen schichtet und dann auf angegebene Weise beschwert. Sonst geschieht das Richten angelassener Sägenblätter durch Hämmern.

Die Bildung der Zähne ist die letzte Arbeit, und manche Sägen kommen sogar ohne Zähne in den Handel. Es giebt drei Mittel zur Hervorbringung der Sägenzähne: a) der Durchschlag oder Durchschnitt; b) die Feile; c) der Meißel. —

Sägen-Durchschläge hat man von verschiedener Einrichtung, wobei indessen das Hauptwerkzeug, der eigentliche Durchschlag, unverändert bleibt, und sich von anderen Durchschlägen nur durch die spitzwinklige Gestalt seiner Endfläche unterscheidet. Es ist nämlich von selbst verständlich, daß die Zähne durch Herausschlagen einer Reihe dreieckiger Stückchen an der Kante des Sägenblattes sich bilden, und daß hiernach die Gestalt des Durchschlags sich richtet. Das Blatt liegt beim Ausschlagen auf einer verstählten Lochscheibe, in deren Oeffnung der Durchschlag eintritt. Eine Feder unterhalb der Lochscheibe hebt den Durchschlag wieder empor, während die Säge um den Raum eines Zahnes in der Richtung ihrer Länge fortgeschoben wird. Die Größe dieser Schiebung wird durch einen auf der Oberfläche der Lochscheibe angebrachten Zeiger regulirt, der mit seiner Spitze immer in den zuletzt gemachten Ausschnitt einfaßt. Man kann auch, mit Beseitigung der Lochscheibe, das Sägenblatt horizontal liegend zwischen zwei stählernen, mehrere Zoll langen Backen einklemmen, welche an einer langen Seitenkante mit Einkerbungen von der Gestalt und Größe der Sägenzähne versehen sind; dann dienen diese Kerben als Richtschnur zum richtigen Aufsetzen des Durchschlags; und wenn der zwischen den Backen befindliche Theil der Säge mit Zähnen versehen ist, öffnet man die Klemmschraube und rückt das Blatt weiter, um die Arbeit fortzusetzen. — Bei dem Sägen-Durchschnitte wird der stählerne Stempel, welcher hier die Stelle des Durchschlags vertritt, mittelst einer Schraube oder eines Hebels in Bewegung gesetzt, und namentlich im ersten Falle gleicht das Ganze mehr oder weniger dem für andere Zwecke angewendeten Durchschnitte. — Die mit dem Durchschlage oder Durchschnitte gebildeten Zähne müssen, um gehörige Schärfe zu erlangen, nachgefeilt werden; sehr kleine Zähne werden wohl auch ganz allein mit der Feile ausgearbeitet, sowie man sich bekanntlich immer der Feile bedient, um die durch den Gebrauch stumpf gewordenen Sägen wieder zu schärfen.

In allen diesen Fällen gebraucht man die eigens hierzu bestimmten Sägefeilen. — Nur die allerfeinsten Sägenzähne, nämlich jene der Laubsägen und der sogenannten Bogenfeilen, werden mittelst des Meißels eingehauen, wobei dieser letztere nur Eindrücke hervorbringt, ohne Theile des Sägenblattes wegzunehmen. Die Laubsägen werden in einer Länge von 5 bis 6 Zoll, und $1/_3$ bis 1 Linie breit, aus breiten und zwar, der Wohlfeilheit wegen, aus abgebrochenen oder beschädigten Uhrfedern verfertigt. Man zertheilt diese Letzteren in Stücke von der angegebenen Länge, und legt mehrere dergleichen aufeinander und zwischen die zwei Schienen eine eiserne Kluppe, aus welcher man nur einen solchen Theil der Breite hervorragen läßt, als für die Breite der Laubsägen bestimmt ist. Das Ganze wird so in dem Schraubstocke fest eingeklemmt, wobei die Kanten der Federn nach oben stehen; mit einem gewöhnlichen Meißel und mittelst des Hammers werden sodann die Zähnchen eingeschlagen; endlich haut man mittelst des nämlichen Meißels den ganzen aus der Kluppe hervorragenden Streifen der Federn ab, und erhält also mit einem Male eben so viele Sägen als man Uhrfedern eingespannt hat. Nach und nach zertheilt man auf die beschriebene Weise die Federn gänzlich in Laubsägen. Für die fabrikmäßige Verfertigung dieser Sägen hat man auch eine kleine Maschine, in welcher das Einschneiden der Zähne mit einer vom Arbeiter geführten, messerartigen Feile geschieht, und durch einen Mechanismus nach jedem Zuge der Feile die horizontal eingespannte Säge um die Größe eines Zahns fortrückt.

Ein vollkommen gutes Sägenblatt muß völlig eben und gerade sein; hinlängliche Härte besitzen, aber sich doch feilen lassen; beim Biegen eine regelmäßige und gleichförmige Krümmung annehmen, und nachher wieder völlig in die gerade Richtung zurückspringen. Es versteht sich übrigens von selbst, daß die härteren Metallsägen keine so große Biegung ohne zu brechen ertragen, als die stärker angelassenen Holzsägen.

III. Schneidwaaren.

Unter diesem Gattungsnamen begreifen wir hier die vorzüglichsten schneidigen Werkzeuge, weil dieselben — bei allen Verschiedenheiten der Form — hinsichtlich der Erzeugung viel Gemeinsames haben. Im Allgemeinen ist zu bemerken, daß fast nur die kleinsten und feinsten Schneidwerkzeuge (z. B. Federmesser-Klingen, kleine Scheeren, Rasirmesser, chirurgische Instrumente) ganz aus Stahl verfertigt werden; daß hingegen bei den übrigen gewöhnlich der Hauptkörper aus Eisen besteht, und bloß an der Stelle der Schneide Stahl vorgeschweißt wird (vergl. oben Cap. 1). Die Hauptoperationen bei der Darstellung schneidender Geräthe sind: das Schmieden (einschließlich des Anstählens), wodurch den Stücken die rohe Form gegeben wird; das Härten und Anlassen; das Schleifen auf umlaufenden nassen Steinen, um sowohl die Oberfläche blank zu machen, als die Gestalt völlig auszubilden und der Schneide ihre Schärfe zu geben. Gegenstände, welche nicht gerade von der gröbsten Art sind, werden meist schon vor dem Härten mit der Feile sorgfältiger ausgearbeitet; jedenfalls aber nach dem Härten, Anlassen und Schleifen noch geschmirgelt und endlich mit Kalk, Zinnasche, Polirroth ꝛc. polirt. Um einen schönen Glanz anzunehmen, müssen sie entweder ganz aus Stahl bestehen, oder durch Einsetzen gehärtet werden; denn nur harter Stahl läßt sich vollkommen schön poliren, nicht aber Eisen, selbst nicht einmal weicher Stahl.

1) Beile und Aexte. — Die Verfertigung derselben (theils unter dem Wasserhammer, theils durch Schmieden aus freier Hand) macht das Geschäft einiger Arbeiter aus, welche mit dem Namen Hackenschmiede, Blankschmiede bezeichnet werden, und außerdem mehrere ähnliche Geräthe: als Schaufeln u. dgl. liefern. Die Axt, zuweilen auch Hacke genannt, unterscheidet sich von dem Beil durch ihren längern Stiel, hauptsächlich aber durch die geringere Breite an der Schneide, und durch den Umstand, daß ihre Schneide von beiden Seiten gleich-

förmig zuläuft und sich also in der Mitte der Dicke befindet; wogegen das Beil nur auf einer Seite schräg angeschliffen ist, folglich dessen Schneide auf die andere Fläche zu liegen kömmt. Uebrigens bieten beiderlei Werkzeuge, nach den verschiedenen Zwecken ihrer Anwendung und nach localen Gewohnheiten, zahlreiche Abweichungen an Gestalt und Größe dar, deren Auseinandersetzung nicht hierher gehört. Der hintere rohrartige Theil der Axt und des Beils, worin der hölzerne Stiel befestigt wird, heißt die Haube, das Oehr, und die flache Hinterseite der Haube, welche der Schneide gerade entgegengesetzt ist, wird die Platte, der Nacken, genannt. — Bei der Verfertigung der Axt wird eine flache Eisenstange von angemessener Länge und Dicke an beiden Enden dünner ausgeschmiedet und dann zusammengebogen, so daß der mittlere Theil die Haube erzeugt, deren Loch man mit einem Dorne vollständig ausbilden. Die Schneide entsteht durch das Zusammenschweißen der aufeinanderliegenden dünnen Enden, wo man eine Stahlplatte entweder zwischen das noch offene Eisen einschiebt, oder von außen auf beiden Seiten herumlegt, und in beiden Fällen fest damit verschweißt. Bei dem Beile wird der Stahl jederzeit von außen und zwar nur auf Einer Seite aufgeschweißt, nämlich dort, wo die ebene Fläche des Werkzeugs ist; so daß die Zuschärfung immer von der Seite des Eisens her geschieht. Auch die Platte wird oft verstählt, indem man sich dieses Theils zum Einschlagen von Nägeln bedient. Das Härten, Anlassen und Blankschleifen sind die Vollendungsarbeiten.

2) Messer und Scheeren. — Feine Messer und Scheeren werden ganz aus Stahl verfertigt, bei den anderen besteht die Schneide mit den zunächst daran liegenden Theilen aus Stahl, das Uebrige aus Eisen. Sehr geeignet zu großen Schneidwerkzeugen ist ein durch Schweißen gebildetes Gemenge von Eisen und Stahl (étoffe), welches man dadurch erhält, daß man mehrere Schienen von Eisen und Stahl abwechselnd auf einander legt, zusammenschweißt und zu einer Stange aus-

streckt. In einer solchen Masse wird die Sprödigkeit, welche der Stahl beim Härten annimmt, durch die Zähigkeit des Eisens gemildert; aber freilich ist nie eine so feine und so scharfe Schneide zu erhalten, als bei Klingen, welche ganz aus Stahl gemacht sind.

Die Messerklingen, welche ganz aus Stahl bestehen, erfordern bei der Verfertigung die einfachen und gewöhnlichen Handgriffe des Schmiedens. Das Ende einer Stahlstange wird in der Rothglühhitze breit und spitzig ausgeschmiedet, wie die Gestalt der Klinge es erfordert, wobei man dem Rücken seine gehörige Stärke giebt und der Schneide wenigstens noch 1/4 Linie Dicke läßt. Hierauf trennt man durch Abhauen die Klinge von der Stange, indem man an ersterer einen Theil sitzen läßt, welcher groß genug ist, um die Angel (oder bei Einlegemessern den sogenannten Druck) zu bilden. Die Ausarbeitung dieses Theils geschieht in der zweiten Hitze; denn wo möglich muß das Schmieden der Klinge selbst in einer einzigen Hitze beendigt sein, um den Stahl zu schonen. Die Angel ist entweder vierkantig und spitzig, oder flach und breit, in welchem letztern Falle sie nachher zwischen das aus zwei Theilen bestehende Heft eingelegt und vermittelst einiger quer durchgesteckter vernieteter Drahtstiftchen damit verbunden wird. Bei Messern, welche zwischen Angel und Klinge eine sogenannte Scheibe haben, wird diese durch Ansetzen auf dem Amboße hervorgebracht, dann wohl auch noch in einem zweitheiligen Gesenke, oder mittelst eines stählernen Stempels in dem sogenannten Stemmeisen, vollendet. Das letztere ist ein in einem Holzklotze aufrecht stehendes, oben verstähltes Eisen, welches ein senkrechtes schmales Loch enthält. In dieses Loch wird die Klinge gesteckt, so daß die Scheibe aufsitzt; dann setzt man den zur Aufnahme der Angel ausgehöhlten Stempel auf, und giebt ihm ein paar Hammerschläge, wodurch die Scheibe zwischen dem Stemmeisen und dem Stempel die gehörige Gestalt erhält.

Beim Schmieden der Klingen wird auch die Firma der

Fabrik mittelst eines Stempels aufgeschlagen. An Einlegemessern wird das Loch für den Stift, um welchen die Klinge sich beim Auf- und Zumachen bewegt, mittelst eines Durchschlags hervorgebracht. — Um Stahl zu sparen wird sehr oft die Angel aus einem an die stählerne Klinge angeschweißten Stücke Eisen gebildet; und an wohlfeilen Messern besteht überdieß der Rücken aus Eisen. Zu diesem Behufe wird ein Stahlstück von 1 Zoll lang und breit, ¼ Zoll dick, geschmiedet, hufeisenförmig zusammengebogen, zwischen dasselbe ein Eisenstäbchen eingelegt und damit zusammengeschweißt; worauf man der Klinge wie oben ihre Gestalt giebt. Die Seite, wo die Umbiegung des Stahls liegt, wird zur Schneide ausgearbeitet. Die Angel entsteht aus einem Theile des Eisens, welche man beim Abhauen an der Klinge sitzen läßt. — Die Flächen einer Tischmesserklinge sind unter einem Winkel von 2 bis 5° gegeneinander geneigt; durch das Scharfschleifen entsteht an der Schneide ein Winkel von 15 bis 20°. Die Messerschärfen mit gefurchten Stahlscheiben u. dgl. erzeugen keine gute und dauerhafte Schneide.

Nachdem die geschmiedeten Messerklingen durch Abfeilen oder Schleifen blank gemacht und zugleich hinsichtlich ihrer Gestalt vollkommener ausgebildet sind, werden sie gehärtet, indem man sie rothglühend senkrecht in Wasser taucht und bis zum gänzlichen Erkalten darin herumbewegt. Sehr oft unterläßt man aber jede Ausarbeitung vor dem Härten und härtet demnach die Klingen im rohen geschmiedeten Zustande: ein Verfahren, welches für feine Waare nicht zu empfehlen ist. — Das nun folgende Anlassen wird vorgenommen, nachdem man die gehärteten Klingen mit einem Handschleifsteine einigermaßen, wenigstens an einer Stelle, blank gemacht hat, um die Anlauffarben beobachten zu können. Auf glühenden Kohlen das Anlassen vorzunehmen, ist, weil die Erhitzung leicht ungleichmäßig ausfällt, keine empfehlenswerthe Methode; weit vorzüglicher ist die Anwendung der Metallbäder. Die zweckmäßigste Hitze zum Anlassen der Tisch- und Taschenmesser ist diejenige,

bei welcher die gelbe Farbe sehr merklich in Roth oder dieses sogar in Violett überzugehen anfängt. Haben sich die Klingen beim Härten verzogen, so richtet man sie jetzt durch vorsichtige Schläge mit dem Hammer auf einem Amboße wieder gerade. Hiernach folgt das *Schleifen* auf umlaufenden nassen Schleifsteinen (zuerst auf einem gröbern, dann auf einem feineren), wobei man das Messer parallel mit der Achse des Steins hält, und, um es fester zu haben, mit einem hölzernen *Schleifhefte* versieht; das *Schmirgeln* auf einer hölzernen, gleich dem Schleifsteine umgedrehten Scheibe, welche oft mit einem Leder- oder Zinn-Ringe umkleidet ist; endlich das *Poliren* mit Kalk, Polirroth oder Zinnasche und Oel oder Branntwein auf einer belederten Scheibe. Die Schneide ist nach allen diesen Arbeiten nicht vollkommen scharf, sondern durch das Schleifen mehr oder weniger umgelegt, d. h. mit einem *Grath* versehen. Um diesen wegzuschaffen, dient das *Abziehen* auf einem Hand-Oelsteine, welches die letzte Arbeit ist.

Gabeln werden wie die Messer verfertigt, mit denjenigen leicht begreiflichen Abänderungen beim Schmieden, welche der Unterschied in der Gestalt nothwendig macht. Die dazu angewendeten Stahlstäbe sind ungefähr $^3/_8$ Zoll im Quadrat dick. Die Angel und der Schaft oder Stiel werden zuerst aus dem Rohen geschmiedet; dann haut man die Gabel ab, indem man ein etwa zolllanges Stück von dem vierkantigen Stabe daran sitzen läßt. Dieses Stück wird in einer zweiten Hitze flach ausgestreckt, so daß es die Länge der Zacken und eine angemessene Breite erhält. Die Scheibe zwischen Schaft und Angel, nebst dem Schafte selbst, wird in einem Gesenke vollendet. In dem vordersten, wie erwähnt platt und schaufelartig geschmiedeten Theile der Gabel bildet man durch Einhauen mit dem Meißel die Zacken, deren Zwischräume mit der Gabelfeile ausgearbeitet werden. Bei fabrikmäßigem Betriebe bedient man sich eines Fallwerks, dessen Hammer ungefähr 100 Pfund schwer ist. Zwei nach der Gestalt der Gabelzacken gravirte Stempel sind in dieser Maschine angebracht: der eine unbeweglich auf dem Am-

boße, der andere auf der untern Seite des Hammers. Das flache Ende der Gabel wird fast weißglühend gemacht und auf den Unterstempel gelegt, dann läßt man den Hammer mit dem Oberstempel von 7 bis 8 Fuß Höhe darauf niederfallen. Zwischen den so hervorgebrachten Zacken bleibt noch ein dünner Theil von Stahl stehen, welcher hernach mittelst eines Durchschnittes herausgeschnitten wird. — Die Gabeln werden nun zwischen Kohlenfeuer schwach rothglühend gemacht und der äußerst langsamen Abkühlung in dem allmählig ausgehenden Feuer überlassen, um recht große Weichheit zu erlangen, wodurch die nöthige Ausbildung durch Befeilen erleichtert wird. Den Zacken giebt man hierauf die erforderliche Biegung. Härten und Anlassen bieten keine Eigenthümlichkeit dar. Das Schleifen der Gabeln geschieht zum Theil aus freier Hand mit einem Oelsteine, das Schmirgeln und Poliren auf Bürstenscheiben, letzteres auch mittelst des Polirstahls.

Federmesser werden wesentlich wie andere Messerklingen behandelt. Sie bestehen stets ganz aus Stahl, und werden von einem einzigen Arbeiter geschmiedet, der einen 3 bis 3½ Pfund schweren, auf der Bahn nur 1 Zoll breiten Hammer führt. Die Klinge wird aus dem Ende eines Stahlstäbchens ausgehämmert und von demselben dergestalt abgehauen, daß hinreichend Stahl daran sitzen bleibt, um sowohl den Druck, als auch noch überdieß eine interimistische kurze Angel zu bilden, welche man nur gebraucht, um das Messer in einem Hefte zu befestigen, woran der Schleifer es halten kann. Die kleine Kerbe, in welche man beim Oeffnen des Messers den Daumennagel einsetzt, wird mittelst einer meißelartigen Punze eingeschlagen, so lange die Klinge noch glühend ist. Zum Anlassen nach dem Härten setzt man ein paar Dutzend Klingen dicht neben einander, die Rücken nach unten, auf eine Eisenplatte, welche man dann über Feuer bringt, bis die Messer purpurroth anlaufen. — Die Seitenflächen einer Federmesserklinge laufen in der Schneide unter einem Winkel von 13 bis 19° zusammen.

Die größte Sorgfalt und Kunstfertigkeit erfordert die Verfertigung guter Rasirmesser. Es kommt bei denselben auf vorzüglich gute Beschaffenheit des Stahls, auf eine angemessene Härtung und auf die Feinheit der Schneide an. Das Schmieden der Klingen wird wie jenes der Tischmesser oft von zwei Arbeitern verrichtet; es muß bei schwacher Rothglühhitze geschehen, damit der Stahl nicht im mindesten verbrenne; in einer Hitze muß die Klinge ausgestreckt und abgehauen, in der zweiten muß sie vollendet werden: mehr als diese zwei Hitzen wenden viele Arbeiter nicht an. Dagegen befolgen Andere das Verfahren, den Stahl so schwach zu erhitzen, daß bis zum gänzlichen Fertigschmieden einer Klinge 10 und selbst 12 Hitzen erforderlich werden. Der Amboß des Rasirmesserschmiedes ist an den Seiten ein wenig abgerundet, wodurch es leichter fällt, die Schneide der Klingen dünn auszuschmieden und den Flächen schon einige Höhlung zu geben, was zu ungemeiner Zeitersparniß beim Schleifen gereicht. Das Hämmern wird in der letzten Hitze bis zur völligen Abkühlung fortgesetzt, wodurch der Stahl eine ausgezeichnete und der Schneide sehr günstige Dichtigkeit gewinnt. Man befreit hierauf die Klingen, erhitzt sie bis zum kirschrothen Glühen, und härtet sie in reinem oder mit wenig Schwefelsäure und Salmiak versetztem Wasser, wobei man sie mit dem Rücken voraus eintaucht, um der Entstehung von Härterissen an der Schneide vorzubeugen, und bis zum gänzlichen Erkalten im Wasser bewegt. Das Ende der Klinge, welches zur Befestigung in der Schale dient (der Talon oder Druck), wird nicht gehärtet. Beim Erhitzen legt man die Klinge so auf das Feuer, daß die Schneide nach oben steht. Man hat besondere Vorrichtungen erdacht, um die zum Härten erforderliche Hitzung auf das zweckmäßigste vorzunehmen. — Die zum Anlassen der Rasirmesser geeignete Farbe ist die gelbe in ihren verschiedenen Abstufungen, deren Auswahl sich nach der durch Erfahrung bekannten Beschaffenheit des Stahls richtet. Am besten scheint es zu sein, den Rücken in einer geschmolzenen Mischung aus Zinn und Blei,

dann nachträglich die Schneide in einer Weingeistflamme anzulassen. — Das nun folgende Schleifen geschieht auf drei Schleifsteinen nach der Reihe: der erste und größte dient nur um die Klingen blank zu machen, die Flächen zu ebnen, sowie den Rücken und den Druck auszubilden; der zweite Stein ist kleiner und höhlt die Flächen des quer daran gehaltenen Messers aus; der letzte und kleinste, der meist nur 4 bis 6 Zoll Durchmesser hat, vollendet die Aushöhlung und macht die Schneide gehörig dünn. Zum Poliren dient Schmirgel, dann Zinnasche oder Polirroth auf Lederscheiben mit Oel. Die Scheibe, worauf man den Rücken polirt, enthält rund um die Peripherie eine Rinne, in welche die Convexität des Messerrückens paßt; die Flächen der Klinge werden auf einer Scheibe polirt, deren Durchmesser jenem des letzten Schleifsteins gleich ist, damit die Aushöhlung des Messers genau auf die Krümmung der Scheibe paßt. Abgezogen werden die Rasirmesser zuerst auf Handsteinen, wie andere Messer; dann aber noch überdieß auf den Abziehriemen. Das Abziehen auf dem Steine muß mit der äußersten Sorgfalt vorgenommen werden, um der Schneide alle mögliche Feinheit zu ertheilen. Sehr zweckmäßig bedient man sich dreier Steine von zunehmender Feinheit nach einander. Der erste kann ein Wasserstein (Sandstein von sehr feinem Korne) sein und eine etwas bogenförmige Oberfläche besitzen. Der zweite Stein, mit ebener Fläche, ist ein levantischer Oelstein oder der bekannte gelbe Rasirmesser-Schleifstein, der gleich jenem mit Oel gebraucht wird. Der letzte Stein ist blauer feinkörniger Schiefer, auf dem man das Abziehen mit Wasser verrichtet. Die höchste Verfeinerung der Schneide wird durch das Abziehen auf dem Abziehriemen, Streichriemen, erlangt. Die Streichriemen haben gewöhnlich zwei mit Leder überspannte Flächen, von welchen die eine mit geschlämmtem Polirroth, die andere mit geschlämmtem Reißblei (beide Pulver mit Oel oder Talg angemacht) eingerieben ist. Die rothe Seite wird zuerst, die schwarze später angewendet.

Das Leder ist Kalbleder, Wildleder oder Juften und wird auf der Fleischseite gebraucht.

Die Gestalt und Einrichtung der Abziehriemen unterliegt mancherlei Verschiedenheiten, eben so die Zusammensetzung der Paste oder Salbe, womit man das Leder einreibt. Das Leder zum Bekleiden der Streichriemen wird naß mit dem Hammer geklopft, aufgeleimt, abgefeilt und mit Bimsstein trocken abgeschliffen, dann vorstehend erwähnte Paste mit einer Mischung von geschmolzenem Kautschuk und Terpentinöl in zwei Anstrichen aufgetragen. — Gewöhnlich prüft man die Güte der Schneide durch leises Auffetzen und Hinziehen auf dem Finger, wobei eine aus der Erfahrung bekannte, nicht zu beschreibende Empfindung entsteht, wenn die gehörige Schärfe vorhanden ist.

Die hohle Krümmung auf den Seitenflächen der Rasirmesser hat einen Halbmesser von $1\frac{1}{2}$ bis 4 Zoll, und wird demnach durch Anwendung von 3- bis 8zölligen Schleifsteinen gebildet. Diese starke Aushöhlung neben dem 2 bis 3 Linien dicken Rücken giebt der Klinge Leichtigkeit ohne die nöthige Stärke zu beeinträchtigen; sie erleichtert auch wesentlich das Schärfen durch Abziehen auf dem flachen Steine, durch welches an der Schneide zwei schmale, unter einem Winkel von 16 bis 19° zusammenstoßende Facetten erzeugt werden. Die ungemeine Leichtigkeit, mit der ein Rasirmesser schneidet, hat demnach ihren Grund nicht in geringer Größe des Schneidewinkels, sondern in der vollkommen scharfen Ausbildung der Schneidkante, der feinen Politur der Schneide, und der sehr geringen Dicke der Klinge in nächster Nachbarschaft der Schneide, welche letztere deßhalb beim Eindringen die durch den Schnitt getrennten Theile äußerst wenig zur Seite zu drängen braucht. Der richtige Schneidwinkel kommt heraus, wenn die Breite des Messers (von der Schneide bis an die dickste Stelle des Rückens gemessen) $3\frac{1}{4}$ bis $3\frac{1}{2}$ Mal so viel beträgt als die Rückendicke. — Den Talon versieht man in der Regel, um beim Rasiren eine feste Haltung zwischen den Fingern zu sichern, auf seinen schmalen Flächen mit einem einfachen Fei-

lenhiebe. Rasirmesser mit einer gegen Schnittwunden sichernden Schutzplatte (Sicherheitsrasirmesser) kommen nicht häufig vor. — Ausgezeichnet gute Rasirmesser werden durch Ausschneiden der Klingen, mittelst eines Durchschnitts, aus vorläufig durch Kaltwalzen verdichteten Stahlplatten hergestellt; der dicke Rücken wird an diese Messer als besonderes Stück angesetzt.

Als Verzierung giebt man zuweilen den Rasirmessern eine Art oberflächlicher Damascirung, welche von zweierlei Art ist, und in beiden Fällen dadurch erzeugt wird, daß man die Stahlfläche theilweise mit Oel benetzt und dann in Scheidewasser taucht: letzteres ätzt die nicht fetten Stellen matt, läßt aber die geölten unverändert. Die erste Art dieser Damascirung besteht aus kleinen Punkten und hat demzufolge ein granitartiges Ansehen. Man legt, um sie hervorzubringen, die Rasirmesserklingen auf einen Teller, nimmt mit den Borstenspitzen einer kleinen, steifen und dichten Bürste etwas Oel auf und streicht die Bürste mit einem Eisenstäbchen, um das Oel in äußerst kleinen aber zahlreichen Tröpfchen auf die Klingen zu spritzen. Letztere werden sodann auf ein paar Minuten in mit der doppelten Menge Wasser verdünntes Scheidewasser gelegt, mit reinem Wasser gut abgewaschen, mit Kalk abgerieben und zart eingeölt. Die zweite Art bietet größere flammenartige oder aus verzweigten Linien zusammengesetzte Zeichnungen dar. Man füllt ein weites Gefäß, dessen Tiefe größer ist als die Länge der Messerklingen, mit Wasser und giebt auf dieses eine dünne Schicht Oel. Dann taucht man eine Klinge ein paar Linien tief ein und bewegt sie in der Richtung ihrer Breite hin und her, indem man sie bei jeder Bewegung einige Linien tiefer in das Wasser einsenkt. Hierdurch werden die an dem Messer hängen bleibenden Oeltheile aus einander getrieben und in eine Art von Verzweigung zertheilt. Die allmählig ganz eingetauchte Klinge wird wieder herausgezogen und wie vorher mit Scheidewasser geätzt. — Statt dieses letzteren

Verfahrens kann man mit einem Stückchen Badeschwamm ein wenig Buchdruckerfarbe aufnehmen und mit leichten Zügen über die Klinge verstreichen, so daß diese nur netzähnlich damit bedeckt wird; dann wie oben in Scheidewasser ätzen.

Die Verfertigung der Scheeren gehört zu den schwierigeren Arbeiten des Messerschmieds. Es ist nothwendig, daß die Scheerblätter vollkommen einerlei Härte haben, damit nicht eines die Schneide des andern verdirbt; daß die Schneiden fein und dauerhaft seien; endlich daß beim Schließen der Scheere in jedem Augenblicke die vollkommenste Berührnng zwischen den Schneiden an jener Stelle vorhanden sei, wo sie eben sich kreuzen, ohne daß auf den übrigen Punkten eine unnöthige Reibung der Blätter an einander stattfinde. Dieser letztere Zweck wird bekanntlich dadurch erreicht, daß die inneren Flächen der Blätter nicht eben, sondern der Länge nach etwas hohl gemacht werden. — Große Scheeren sind regelmäßig aus Eisen und nur an den Schneiden verstählt. Man schmiedet an einem Eisenstabe ein flaches Stück von der Länge eines Scheerblattes aus, legt auf die innere Seite ein Stück Stahl, schweißt dasselbe mit dem Eisen zusammen, und bildet endlich das Blatt so weit aus, als dieß mittelst des Hammers möglich ist. Das nämliche gilt von dem Schilde, d. h. jenem flachen Theile, durch welchen das Niet oder die Schraube der Scheere geht. Dort, wo das Schild sich an den Griff oder die Stange anschließt, wird durch Ansetzen auf der Kante des Amboßes der Schluß gebildet, nämlich ein stufenartiger Absatz, mit welchem die beiden Theile der Scheere an einander stoßen, wenn letztere ganz geschlossen ist. Für den Ring oder Griff wird die Fortsetzung der Eisenstange gehörig dünn und rund ausgestreckt, dann in bestimmter Entfernung vom Schilde abgehauen, auf dem Horne des Amboßes rund oder oval gebogen, endlich (zur Schließung des Ringes) geschweißt. Die Ringe an kleinen Scheeren werden dagegen durch Lochen dargestellt, wobei die Schweißung wegfällt. Es wird nämlich das Eisen scheibenförmig ausgeschmiedet, mittelst eines runden Durch-

schlages von beiden Seiten her gelocht, und der so entstandene, noch unförmliche Ring auf der Spitze des Amboßhorns oder auf einem besondern Sperrhorne ausgedehnt und zur richtigen Gestalt fertig geschmiedet. Verzierte Stangen vollendet man in einem zweitheiligen Gesenke.

Nunmehr feilt man die Theile der Scheere einzeln aus; bohrt darin das Loch für das Niet oder die Schraube; setzt die Scheere mittelst eines falschen (nur vorläufig dienlichen) Nietes zusammen und befeilt sie vollends im Ganzen. Langen Blättern wird hierauf durch behutsames Biegen im Schraubstock jene einwärts hohle Krümmung gegeben, von welcher oben die Rede war; wogegen man kurze und kleine Scheeren bloß nachher durch das Schleifen aushöhlt. — Beim Härten faßt man die Scheere an den Ringen mit einer Zange, läßt sie im ruhigen oder wenig angefachten Essenfeuer rothglühend werden, und taucht sie dergestalt in das Wasser, daß beide Blätter gleichmäßig abgekühlt werden, gleich wie sie durch das angezeigte Verfahren einen möglichst gleichen Hitzegrad erlangt haben. Von der Erfüllung dieser beiden Bedingungen, sowie von einem übereinstimmenden Verfahren beim Anlassen, hängt die gleiche Härte der Blätter ab, welche so sehr nothwendig ist. Die Farbe, bis zu welcher die Scheeren angelassen werden, ist die strohgelbe oder goldgelbe, öfters auch die purpurrothe oder violette. Nach dem Härten und Anlassen werden die Blätter auf dem Schleifsteine geschliffen, wobei man die hohle Krümmung der innern Fläche zu bewahren und selbst zu verbessern trachten muß. Die weitere Behandlung durch Schmirgeln und Poliren ist mit jener der Messerklingen übereinstimmend; nur daß sie bei den Scheeren theilweise mittelst Bürstenscheiben und selbst mittelst Schmirgel- und Polirhölzern aus freier Hand vorgenommen werden muß. Der Grath an den Schneiden wird durch Abziehen auf einem Hand-Oelsteine entfernt. Die endliche Anbringung des bleibenden Nietes, oder der statt dessen dienenden Schraube, erklärt sich von selbst.

Kleine Scheeren verfertigt man nicht selten mit Ersparung

des Schmiedens, von starkem gewalztem Stahlbleche, aus welchem mittelst des Durchschnitts jedes Blatt sammt seinem Griffe durch einen einzigen Stoß dargestellt wird. Die Ausarbeitung mit der Feile, das Härten, Anlassen, Schleifen und Poliren bleiben wie sonst. — Gußeiserne Scheeren, die man in einem fetten Sande gießt, und welche nach dem Gusse bloß noch des Schleifens und Polirens bedürfen, können den stählernen an Güte nie gleich kommen. Am besten fallen noch die von richtig adoucirtem Eisengusse aus.

3) Chirurgische Instrumente, besonders die verschiedenen Arten von Messern und Scheeren, werden mit den im Vorigen enthaltenen Verfahrungsarten dargestellt; und es kann demnach hier, ohne in ein dem Zwecke unangemessenes Detail einzugehen, nichts weiter darüber gesagt werden. Mehr als irgendwo ist bei diesen Geräthen die äußerste Sorgfalt in Betreff der Auswahl des Stahls, der richtigen Gestalt, des Härtens und Anlassens, des Schleifens und Polirens nothwendig.

4) Blanke Waffen. — Man faßt unter dieser Benennung die Säbel- und Degenklingen, Bajonette, Rappiere, Dolche und Piken oder Lanzen zusammen. Die Folge der Arbeiten bei der Fabrikation dieser Gegenstände ist dieselbe, wie für Messer und ähnliche Schneidwerkzeuge; demnach sind die Operationen: a) das Schmieden, b) das Ausfeilen, c) das Härten und Anlassen, d) das Schleifen und Poliren.

Das Material zu den Säbelklingen ist ein durch Gerben oder Raffiniren dargestelltes Gemenge von Eisen und Stahl, welches erhalten wird, indem man eine Eisenstange zwischen zwei Stahlstangen legt, sie zusammenschweißt, das Ganze in zwei gleich lange Theile zerhaut, diese wieder aufeinander legt und schweißt. So kommt eine doppelte Stahl-Schicht in die Mitte zu liegen, was nachher zur Bildung der Schneide nothwendig ist. Eine Schiene dieser Art muß etwa zwei Drittel der Länge und Breite, dagegen das Anderthalbfache der Dicke einer Klinge besitzen; eine einzige Hitze ist mehr als hinreichend,

um die Schiene aus einer gegerbten Stange zu schmieden. Die erste nun folgende Arbeit ist die Verfertigung der Angel, welche in zwei Hitzen an der Schiene festgeschweißt und aus dem Groben bearbeitet werden muß. Man bildet die Angel aus einem ungefähr 1 Zoll breiten und 3 bis 4 Linien dicken Eisenstabe, der zur Form eines < (plion) gebogen wird, worauf man die Schiene dazwischen steckt und schweißt. Das Eisen soll nicht über 1½ Zoll weit in die Klinge hinein sich erstrecken. Man macht die Angel von Eisen, um das Abspringen derselben bei heftigen Schlägen mit der Klinge zu vermeiden; wenn indessen nach der angegebenen Art die Mengung aus Stahl und Eisen gut bereitet ist, so kann man ohne Gefahr die Angel aus der Schiene selbst, durch Ansetzen, bilden. Das Ausschmieden (Vorschmieden) der Klinge, um derselben ihre Gestalt aus dem Groben zu geben, erfordert höchstens fünf Hitzen: drei für den Theil von der Angel bis zur Spitze, und zwei für die Spitze (d. h. den vordersten, 6 bis 8 Zoll langen Theil, welcher zweischneidig ist). Die vorgeschmiedete Klinge ist zwar schon keilförmig, nämlich vom Rücken nach der Schneide hin dünner zulaufend; aber es fehlen ihr noch die rinnenartigen Aushöhlungen auf beiden Flächen, durch welche die nöthige Leichtigkeit entsteht. Diese Aushöhlungen werden mittelst Ober- und Unter-Stempel, welche beide mit einer abgerundeten Bahn versehen sind, hervorgebracht. Der Unterstempel wird gleich dem Untertheile eines Gesenkes in dem Amboß angebracht; der Schmied legt darauf die Klinge, setzt auf diese den hammerähnlichen, an einem hölzernen Stiele angebrachten Oberstempel, und läßt seinen Gehülfen mit dem großen Hammer die nöthigen Schläge anbringen, während er nach jedem Schlage die Klinge ein wenig ihrer Länge nach zwischen den Stempeln fortbewegt. Das Ausschlagen der Aushöhlungen erfordert gewöhnlich drei Hitzen. Hierauf wird der Klinge die Schneide gegeben, indem man sie auf die schräge Oberfläche eines im Amboße angebrachten Abstreifstempels legt, und mit dem Hammer dünn austreibt; drei oder vier

Hitzen sind dazu nothwendig. Das Aushämmern der Schneide bewirkt zugleich, vermittelst der hier stattfindenden Ausdehnung, die Krümmung der Klinge, wenn diese erfordert wird: bei geraden Klingen muß durch zweckmäßige Gegenschläge die Krümmung verhindert werden. Die Beendigung des Schmiedens geschieht durch völlige Ausbildung der Angel, wozu eine Hitze mehr als genügend ist. Nach allem Vorstehenden ergiebt sich, daß eine Säbelklinge ungefähr 15 Mal in das Feuer kommen muß, bevor sie als fertig geschmiedet abgeliefert werden kann.

Die Klingen werden nun mit einer Vorfeile (besser auf dem Schleifsteine) von den vorhandenen größeren Unebenheiten befreit, und kalt mit dem Hammer gerade gerichtet. Um das Härten vorzunehmen, erhitzt man sie gleichmäßig zum Rothglühen, schiebt sie sehr schnell durch eine Masse angefeuchteten Hammerschlags, und taucht sie endlich, die dicksten Theile (also Rücken und hinteres Ende) voraus, in kaltes Wasser. Das Anlassen geschieht auf glühenden Kohlen und bis zum Erscheinen der gelben Farbe, worauf man die noch heißen Klingen mit dem Hammer gerade richtet, in so fern sie beim Härten sich verzogen haben. Damit nicht während des Richtens die Klingen zu kalt werden, thut man am besten, dieselben auf zweimal anzulassen und zu richten, nämlich zuerst die eine Hälfte, dann die andere. Dabei ist es nothwendig, eine kurze Strecke in der Mitte gar nicht in das Feuer zu bringen, weil dieselbe hinlängliche Hitze durch Mittheilung von den beiden Enden her empfängt.

Nach dem Härten und Anlassen werden die Klingen auf nassen Steinen *geschliffen*, und zwar zuerst die ebenen Flächen und der Rücken, endlich die Aushöhlungen. Die Flächen und der Rücken werden auf 6 bis 7 Fuß großen, 9 Zoll dicken Sandsteinen, welche gegen 200 Umläufe in der Minute machen, der Quere nach geschliffen, d. h. so, daß die Klinge parallel zur Achse des Steins gehalten wird. Auf die Klinge wird zur größeren Bequemlichkeit ein danach geformtes, 1 Zoll dickes Holz gelegt, sammt welchem sie der Schleifer mit beiden Hän-

den anfaßt und regiert. Die Schneide schleift man auf den nämlichen Steinen, aber nach der Länge, und ohne ein Holz zu Hülfe zu nehmen. Dagegen geschieht das Schleifen der Aushöhlung wieder nach der Quere, indem man dazu einen Schleifstein von 3 bis 10 Zoll Durchmesser, überhaupt von solcher Größe anwendet, daß die Krümmung ihres Umkreises dem Bogen der Aushöhlungen auf den Klingen entspricht. Diese Steine machen 400 bis 500 Umdrehungen in der Minute. Manche Klingen enthalten doppelte Aushöhlungen, und diese werden nach der Länge ausgeschliffen, zu welchem Behufe der Umkreis des Steins mit angemessen gestalteten erhabenen Reifen versehen sein muß. Die hier gebrauchten Steine sind 1½ bis 2 Fuß groß, laufen 400 Mal in der Minute um, und werden trocken gebraucht, damit ihre schon erwähnten Reifen sich nicht zu schnell abnutzen; doch macht man die Klingen von Zeit zu Zeit naß, um Erhitzung und folglich Verlust der Härte zu vermeiden. Ebenfalls um die Abnutzung zu erschweren, wählt man zu dieser Schleiferei gern statt der Sandsteine eine härtere Steinart, namentlich weichen Granit. Das Schleifen nach der Länge kann sich natürlich nicht auf den gerade abgeschnittenen Anfang der Aushöhlung zunächst der Angel erstrecken; dieser Theil wird daher — wie bei den einfachen Aushöhlungen — nach der Quere mit einem kleinen Steine geschliffen. Zum Poliren der Klingen dienen Polirscheiben aus hartem Holze, welche von 1 Zoll bis zu 3 Fuß im Durchmesser haben, auf der Stirn der Breite nach theils gerade, theils convex gerundet sind, und meist 300 bis 500 Umdrehungen in der Minute machen. Das Poliren aller Theile der Klingen geschieht nach der Länge, ausgenommen ein 2 Zoll langes Stück unmittelbar an der Angel, welches nach der Quere polirt wird. Zum Poliren der Aushöhlungen dienen Scheiben, welche auf der Stirn gehörig abgerundet sind. Als Polirmittel gebraucht man Schmirgel, zuerst gröberen mit Oel, dann feinen mit Talg; den höchsten Glanz aber erzeugt, nachdem die Klingen mit Asche oder ungelöschtem Kalk abgeputzt

sind, das Glätten auf hölzernen Scheiben, welche mit Holzkohle eingerieben und mit einem Achat oder Blutstein glänzend gemacht sind.

Die Proben, welchen man die Klingen unterwirft, um ihre Härte, Zähigkeit und Elasticität zu erforschen, sind folgende: 1) Man stützt die Spitze gegen ein Bret, und bewirkt durch langsamen Druck auf die Angel eine Ausbiegung von 9 bis 10 Zoll, erst nach der einen, dann nach der andern Seite. Die Biegung muß regelmäßig erscheinen und beim Aufhören des Druckes völlig wieder verschwinden. 2) Man schlägt die flache Klinge einige Mal mit größter Heftigkeit auf einen Tisch oder gegen den Umkreis eines abgestutzt-kegelförmigen Holzklotzes, der 30 Zoll Höhe, oben 12 und unten 18 Zoll Durchmesser hat. Auch hierbei darf nicht die mindeste Beschädigung sich zeigen. 3) Man haut mit der Schneide, und zwar an drei verschiedenen Punkten derselben, in ein drei bis vier Linien dickes, auf der hohen Kante stehendes Eisen, wobei keine Scharte entstehen darf: offenbar von allen Proben die entscheidendste.

Ueber die Verfertigung der damascirten Klingen ist bereits weiter oben geredet worden.

Das Bajonnet ist eine zugespitzte stählerne Klinge mit zwei, drei oder vier, die ganze Länge einnehmenden Aushöhlungen (Rinnen), wodurch auch eben so viel Kanten entstehen. Das untere Ende der Klinge ist durch einen bogenförmigen Hals mit der Hülse oder Tülle verbunden, einem cylindrischen eisernen Rohre, welches zum Aufpflanzen des Bajonnets dient, und hierzu mit einem sogenannten Sperr-Ringe oder mit einer Feder versehen wird. Die Klinge wird aus Stahl unter einem kleinen, vom Wasser getriebenen Schwanzhammer aus dem Groben vorgeschmiedet, dann in zweitheiligen Gesenken völlig geformt; der unterste Theil derselben erhält eine angemessene Gestalt, um nachher einen Theil des Halses zu bilden. Die Hülse wird aus einem flachen Eisenstücke im Gesenke gebogen, über einem Dorn zusammengerollt, in Lehmbrei getaucht, und mittelst zwei oder drei Hitzen geschweißt.

Schon vorher ist mit dem Eisen, woraus die Hülse entsteht, ein starker eiserner Stift durch Schweißung verbunden worden: diesen und den an der Klinge sitzenden Theil des Halses schweißt man nun zusammen, wodurch die Klinge mit der Hülse zwar verbunden ist, aber beide rechtwinkelig gegeneinander stehen. Man biegt hierauf den Hals im rothglühenden Zustande dergestalt, daß die Klinge in ihre parallele Stellung gegen die Hülse kommt, überhämmert die Hülse kalt auf einem Dorne und im Gesenke, um dem Eisen mehr Zähigkeit zu geben; macht dieselbe durch Ausglühen weich und bohrt ihre Höhlung auf der Flinten-Bohrmaschine aus. Das Aeußere der Hülse und der Hals werden mit der Feile ausgearbeitet, die Hülse zuweilen auch abgedreht. Das nunmehr folgende Härten, Anlassen, Schleifen und Poliren wird auf ähnliche Weise wie bei den Säbelklingen verrichtet.

Die Rappiere erfordern, nach der Art ihres Gebrauchs, nicht sowohl Härte als den höchsten Grad von Elasticität. Man macht sie aus gutem Gerbstahl, welcher unter dem vom Wasser getriebenen Schwanzhammer zu 19 bis 22 Zoll langen, 3 bis 4 Linien breiten und 1½ Linien dicken Stäbchen ausgestreckt wird. Die weitere Ausarbeitung geschieht mit Handhämmern. Zuerst wird an dem einen Ende ein Stück Eisen angeschweißt und aus dem Groben zur Angel geformt; dann schreitet man zum Ausschmieden der Klinge: bei diesen Arbeiten hat der Schmied, dessen Hammer nur 2 Pfund wiegt, einen Gehülfen oder Vorschläger, welcher einen 5- bis 6pfündigen Hammer führt. Die Klingen werden jetzt einem zweiten Schmied übergeben, der sie, ohne Gehülfen, noch ein Mal überschmiedet, die Angel vollendet, die Spitze rund hämmert und dieselbe glühend im Schraubstocke zu einem Knopfe staucht. Das Härten, welches hierauf folgt, wird durch Eintauchen in Wasser vorgenommen, aus welchem man die Klingen erst nach völliger Abkühlung wieder herausnimmt, um sie abzutrocknen, auf Kohlen bis zur hellblauen Farbe anzulassen, schnell mittelst des Hammers und mittelst Hinziehens durch ein gabelförmiges Eisen

gerade zu richten und abermals in Wasser abzukühlen. Zum Schleifen der gehärteten und angelassenen Rappiere bedient man sich der Sandsteine: zuerst schleift man die schmalen Seiten der Klingen nach der Länge auf einem trockenen Steine von 2 bis 3 Fuß Durchmesser und 6 Zoll Dicke; dann die breiten Flächen der Quere nach auf einem nassen Steine von 5 bis 7 Fuß Durchmesser und 7 bis 8 Zoll Dicke, endlich die nämlichen breiten Flächen der Länge nach auf dem erwähnten trocknen Steine. Um beim Trockenschleifen eine zu starke Erhitzung zu vermeiden, schleift man nicht zwei Seiten unmittelbar nach einander, sondern läßt die Klinge ruhen und sich abkühlen, bevor man zur Bearbeitung der zweiten Fläche schreitet.

Die blankgeschliffenen Rappiere werden zum zweiten Male, jetzt aber nur bis zur violetten Farbe, angelassen, wodurch ihre Elasticität vermehrt wird, nöthigenfalls noch gerade gerichtet, in Wasser abgekühlt, endlich auf hölzernen Scheiben mit Schmirgel und Oel polirt.

5) Sensen. — Das Material hierzu, sowie zu den verwandten Sicheln und Strohmessern (Futterklingen), ist Rohstahl, den man nach seiner, durch das Bruchansehen zu beurtheilenden Güte in zwei Sorten abtheilt, indem man die mehr eisenartigen Stücke zum Rücken, die besseren zur Schneide (zum Schnitt) der Sensen bestimmt. Beide Sorten werden durch Zusammenschweißen mehrerer Stangen und nachfolgendes Ausstrecken gegärbt, endlich aber in quadratische Stäbe (Flammen) von ungefähr 1¼ Zoll Dicke geschmiedet. Oefters giebt man den Stäben der geringern Sorte (Rückenflammen) 1 Zoll, jenen der bessern (Schmiedflammen) nur ⅔ bis ¾ Zoll Stärke. Man zerhaut die Flammen in Stücke von der zur einzelnen Sense erforderlichen Länge, schweißt je zwei Stücke (von jeder Gattung eins) platt aufeinander, und arbeitet daraus unter dem Wasserhammer eine Schiene (Knüttel, Zain), deren Länge wenig über zwei Fuß beträgt, bei 1 bis 1½ Zoll Breite und 3 bis 4 Linien Dicke. Diese Arbeit heißt das Zainen; der dazu angewendete Hammer wiegt 60 bis 100 Pfund und macht

bei etwa 10 Zoll Hub ungefähr 200 Schläge in einer Minute. Die Knüttel, in welchen auf der breiten Fläche die beiden verbundenen Sorten des Stahls neben einander liegen, werden unter dem Breithammer, welcher 200 bis 250 Pfund wiegt, 10 Zoll Hub hat und 100 bis 150 Mal in einer Minute schlägt, zur rohen Sensenform geschmiedet (das Breiten), wobei man an dem breitern Ende die zur Verbindung mit dem Stiele dienende Angel oder Hamm ausbildet; die Vollendung der Gestalt wird aber mit einem Handhammer, Fausthammer, gegeben (das Abrichten). Hierauf folgt das Glatthämmern — Grau- oder Grobhämmern — unter dem wieder vom Wasser getriebenen kleinen und schnellgehenden Polirhammer oder Kleinhammer, der nur 30 bis 60 Pfund schwer ist und bei einer Hubhöhe von nicht mehr als 2 oder 3 Zoll gegen 400 Schläge in der Minute macht; die Sensen sind dabei nicht glühend, sondern nur so weit erwärmt, daß man die bloße Hand ein paar Augenblicke daran leiden kann. Nachdem ferner die Schneide mit der Scheere im gehörigen Bogen beschnitten und das Fabrikzeichen aufgeschlagen ist, schreitet man zum Härten, zu welchem Behufe die Sensen in einem durch zwei Blasebälge angefachten Essenfeuer von Holzkohlen gelbroth glühend gemacht und in geschmolzenes Talg getaucht werden. Letzteres befindet sich in einem kupfernen, 5 Fuß langen, 2 Fuß breiten Troge, der in einem Gefäße mit Wasser steht. In der Esse ist der eigentliche Feuerraum vor der Form mit einem länglichen Kasten von Ziegeln überbaut, dessen Länge 3 Fuß, dessen Breite und Höhe 1 Fuß beträgt, und der auf allen Seiten geschlossen ist, ausgenommen die schmale Vorderseite, in welche ein die ganze Höhe einnehmender Spalt angebracht ist. Man schiebt durch diesen sechs bis acht Sensen zugleich ein, welche auf solche Weise von dem zusammengehaltenen Feuer gleichmäßiger erhitzt und vor dem Zutritte der Luft geschützt werdeu. Sowohl beim Erhitzen als beim Ablöschen im Talg wird die Schneide nach oben gehalten. Die gehärteten Sensen reinigt man von an-

hängendem Talg durch Abkratzen mit einem Stück Baumrinde, worauf sie kurze Zeit in die Flamme des Feuers gehalten, rasch in einen Haufen Kohlenlösche gesteckt und plötzlich (mit hauender Bewegung) in kaltes Wasser eingesenkt werden. Durch diese letztere Behandlung (das Abklatschen) springt der größte Theil des Glühspans ab, und was davon noch sitzen bleibt, wird mit einem schneidigen Werkzeuge (Schabstahl) abgekratzt. Nun werden die Sensen blau angelassen (das Färben oder Ablassen), indem man sie entweder über einem Kohlenfeuer erhitzt, oder mit heißem Sande, der auf einer von unten geheizten Eisenplatte sich befindet, bestreut. Um sie ferner von den durch das Härten entstandenen Krümmungen zu befreien, wie auch die Dichtigkeit und Zähigkeit des Stahls zu vermehren, werden sie kalt oder gelinde erwärmt unter dem schon erwähnten Polirhammer oder einem andern kleinen, sehr schnellgehenden Schwunghammer, dem Klöpperhammer, überschlagen (das Klöppern oder Blauhämmern). Den Schluß macht das Richten mit einem 2 bis 3 Pfund schweren Handhammer auf einem Holzblocke, um die etwa noch vorhandenen unregelmäßigen Krümmungen zu beseitigen, und das Anschleifen der Schneide auf einem großen, vom Wasser umgedrehten Schleifsteine, welches so schnell geschehen ist, daß in einer Stunde über 50 Sensen von einem Arbeiter geschliffen werden.

Die richtige Zerstückelung der zum Sensenschmieden dienenden Stahlstäbe zu erleichtern, bedient man sich zur vorläufigen Eintheilung des Stabes in gleiche Theile von dem bestimmten Gewichte öfters einer so genannten Wasserwage. — Beim Härten, beim Abklatschen und besonders beim Klöppern springen manche Sensen, wenn der Stahl nicht von ganz guter Beschaffenheit ist. Eine Sensenschmiede mit einem Arbeiterpersonale von 17 Köpfen erzeugt in einem Arbeitstage über 200 kleine oder 150 bis 160 mittlere Sensen, und von 100 Stück Sensen fallen durchschnittlich 5 oder 6 in den Ausschuß. Eine gute Sense muß hinlängliche Härte besitzen, um

eine scharfe, dauerhafte Schneide anzunehmen, und doch zugleich genug Zähigkeit, um durch Steine und andere harte Körper, welchen ihre Schneide beim Gebrauche begegnet, keine Scharten zu bekommen. Schönes glattes Ansehen und heller Klang beim Anschlagen werden als Kennzeichen der Güte betrachtet; außerdem schätzt man ein geringes Gewicht bei gehöriger Steifheit. Beim Ansetzen der Spitze gegen einen festen Punkt muß durch Drücken auf die Hamm die Sense sich um einige Zoll krumm biegen lassen, nachher aber völlig wieder in ihre ursprüngliche Gestalt zurückspringen. Durch einen kraftvollen Schlag auf einen eisernen Nagel darf die Schneide keinen Eindruck und keine Scharte bekommen, während im Gegentheil der Nagel einen beträchtlichen Einschnitt zeigen muß.

Man unterscheidet Schleifsensen und Klopfsensen. Die ersteren ertragen keine andere Art der Schärfung als durch Schleif- und Wetzstein. Die Klopfsensen dagegen bestehen aus einem so vorzüglich zähen Materiale, daß ihre Schneide durch Hämmern auf einem kleinen Amboße (das sogenannte Dängeln, Tangeln) sich dünn austreiben läßt, worauf die Schärfung mittelst des Handwetzsteins leicht und schnell von Statten geht; hierbei entsteht überdieß der Vortheil einer längeren Dauer, weil durch das Dängeln die Breite der Klinge immer wieder ein wenig vermehrt wird, wogegen die Schleifsense durch das oft wiederholte Schärfen bald zu viel an ihrer Breite verliert. Die Klopfsensen genießen daher den entschiedensten Vortheil, und wo man Schleifsensen macht, geschieht es nur wegen Mangels der zu ersteren erforderlichen Stahlgattung. Zum Dängeln hat man wohl öfters eine kleine mechanische Vorrichtung (Dängelgeschirr, Dängelstock).

Die Größe und die Gestalt der Sensen unterliegt in verschiedenen Gegenden mancherlei Abweichungen. Man giebt im Handel ihre Länge nach Zoll an, oder nach Spannen oder nach Handbreiten: die Hand (Faust) zu 4 Zoll, die Spanne zu zwei Handbreiten oder etwa 8 Zoll gerechnet. Die größten Sensen sind 16händig (16 Faust oder etwa 8 Spannen

lang, die kleinsten messen 6 Faust oder 2½ bis 3 Spannen; 7- bis 9händige sind die üblichsten.

Die Verfertigung der Sicheln und der Strohmesser und Futterklingen geschieht auf ganz ähnliche Weise wie die der Sensen.

VI. Nadeln.

1) Nähnadeln. — Die Nadeln geben ein recht auffallendes Beispiel von dem Vortheile, welchen die fabrikmäßige Theilung der Arbeit gewährt. Eine Nähnadel muß bis zu ihrer gänzlichen Vollendung 90 bis 120 Mal, je nach Verschiedenheiten in der Fabrikation, durch die Hand gehen; und es würde demnach ganz unmöglich sein, sie um den bekannten niedrigen Preis herzustellen, wenn nicht 1) jede Haupt-Operation besonderen Arbeitern zugewiesen wäre, welche darin — weil sie immer nur diesen einzelnen Theil der Fabrication betreiben — die größte Fertigkeit erlangt haben, und 2) die meisten Operationen mit einer großen Anzahl Nadeln gleichzeitig vorgenommen würden.

Man verfertigt die Nähnadeln theils aus Stahldraht, theils aus Eisendraht; im letztern Falle müssen sie vor dem Härten durch Einsetzen in Stahl verwandelt werden. — Der Draht, den die Fabrik in der gewöhnlichen Gestalt von Ringen erhält, wird zuerst auf einen achtarmigen Haspel abgewickelt, dessen Umfang 17 bis 18 Fuß beträgt. Man erhält auf diese Weise einen sehr großen Ring, welcher nachher mittelst einer vom Wasser bewegten Scheere an zwei entgegengesetzten Punkten durchgeschnitten wird, so daß er in zwei Büschel, jedes ungefähr 9 Fuß lang und aus 90 bis 100 Drähten bestehend, zerfällt. Die nämliche Scheere wird sogleich angewendet, um diese langen Büschel ferner zu zertheilen, und zwar in Stücke oder sogenannte Schachte, welche die doppelte Länge der Nadeln haben. Um dieses Maß richtig zu treffen, bedient sich der Arbeiter eines Maßes oder einer Lehre (Schachtmodell), nämlich eines halben hohlen Cylin-

ders von Holz, der an beiden Enden offen, aber im Innern durch eine Querwand in zwei ungleich lange Theile getrennt ist. Die eine Abtheilung hat das Maß der doppelten Nadellänge, die andere ist gerade so lang als die Nadeln sind. Man muß folglich für jede Nummer der Nadeln ein eigenes Modell haben. Der Arbeiter hält dasselbe in der rechten Hand auf der einen Seite der Scheere; mit der linken faßt er auf der andern Seite das Drahtbüschel, dessen gleichgestoßene Enden er in die lange Abtheilung des Modells bis dicht an dessen Querwand einschiebt. Wenn sonach der Schnitt unmittelbar am Ende des Modells gemacht wird, so haben die in dem letztern befindlichen abgeschnittenen Stücke gerade die erforderte Länge.

Die Scheere macht 21 Schnitte in der Minute; zwei Schnitte sind nöthig, um ein Büschel von hundert Drähten zu durchschneiden, und der dritte Schnitt geht mit dem Weglegen der geschnittenen Schachte verloren; mithin können in einer Minute etwa 700 oder in einer Stunde 40,000 Schachte verfertigt werden, woraus 80,000 Nadeln entstehen.

Die Schachte müssen zunächst gerade gerichtet werden, da sie zum großen Theile mehr oder weniger verbogen sind. Die Arbeit des Richtens geschieht mittelst einer einfachen Richtmaschine. Es werden 5000 bis 6000 Schachte dicht zusammen in zwei starke eiserne Ringe gesteckt, welche letzteren von der Mitte und von den Enden der Drähte etwas entfernt bleiben; das Ganze glüht man schwach zwischen Holzkohlenfeuer, um die Drähte weich zu machen, und rollt es endlich zwischen einer horizontalen festliegenden und einer darüber gelegten beweglichen Platte, welche letztere (das Streicheisen) so ausgeschnitten ist, daß sie nur auf die Drähte ihren Druck ausübt, nicht aber von den Ringen gehindert wird. Das Streicheisen ist 2 Fuß lang, und am untern Ende einer pendelartigen Vorrichtung aufgehangen, welche an Handgriffen von zwei Arbeitern hin und her geschoben wird. Fünf oder sechs solche Bewegungen reichen hin, das Richten zu bewerkstelligen,

wobei zugleich der größte Theil des Glühspans durch die Reibung abfällt. Die gerade gerichteten Schachte werden nun auf der Schleifmühle an beiden Enden zugespitzt. Die Schleifmühle enthält eine Anzahl vom Wasser getriebener Schleifsteine, welche dichtkörnige und ziemlich harte Sandsteine von 4 bis 5 Zoll Dicke sind. Ihr Durchmesser ist verschieden, von 6 Zoll bis 30 Zoll; durch eine an ihrer Achse befindliche Rolle und eine Schnur ohne Ende erhalten sie von einem Rade der bewegenden Welle aus eine Umdrehung von solcher Geschwindigkeit, daß der Umkreis in einer Secunde 100 bis 150 Fuß durchläuft: man läßt nämlich die 6zölligen Steine etwa 4000, die 30zölligen wohl 1000 bis 1200 Umdrehungen in der Minute machen, um die Arbeit zu beschleunigen. Der vor dem Steine sitzende Arbeiter nimmt zwischen Daumen und Zeigefinger der rechten Hand 20 bis 50 oder 60 Schachte (je nach ihrer Feinheit), und hält das Ende derselben an den Stein, während sein Daumen durch eine Art ledernen Fingerhuts geschützt ist, und er den längs seines Zeigefingers ausgebreiteten Drähten eine rollende Bewegung ertheilt, damit die Spitzen rund ausfallen und genau in der Achse der Nadeln entstehen.

Ein fertiger Arbeiter kann des Tages 30,000 Nadeln anspitzen. Das Schleifen muß, des Rostes halber, trocken geschehen; die Schleifer sind daher dem Stein- und Metallstaube ausgesetzt, welcher eingeathmet die schlimmsten Folgen für die Gesundheit herbeiführt. Unter den verschiedenen Vorrichtungen, durch welche man diesen Nachtheil zu entfernen versucht hat, besteht die einfachste und zugleich zweckmäßigste darin, den Stein mit einem Kasten zu umgeben, der überall geschlossen ist, mit Ausnahme einer kleinen Oeffnung, durch welche die zu schleifenden Dräthe eingehalten werden. Die schnelle Umdrehung des Steins erzeugt einen Luftzug, welcher den Staub in den Kasten hinein und ferner durch ein Abzugrohr fort in einen Schornstein reißt. Um diese Wirkung noch zu befördern, mündet sich in das Abzugrohr eine zweite, engere Röhre, welche

heiße Luft aus einem Ofen zuführt. Der Kasten ist aus sechs Linien dicken gewalzten Eisenplatten gebildet, damit er zugleich die nöthige Sicherheit beim Zerspringen des Schleifsteins gewährt.—

Nachdem die Schachte an beiden Enden mit Spitzen versehen sind, werden sie in der Mitte zerschnitten (halbirt), so daß sie eine doppelte Anzahl Nadeln liefern. Hierzu bedient man sich der schon vorhin erwähnten Scheere oder einer besonderen Halbirscheere, und der kürzeren Abtheilung des Schachtmodells, statt der letzteren wohl auch eines eigenen kleinern Werkzeuges ähnlicher Art. Indem die in das Modell gelegten Drähte mit ihrer halben Länge daraus hervorragen, und dieser ganze herausstehende Theil abgeschnitten wird, erhält man lauter Nadeln von bestimmter Länge. Um dieses letztern Umstandes sicherer zu sein, ist es, da beim Schleifen der Spitzen leicht etwas mehr oder weniger an Länge verloren geht, vorzuziehen, daß man den Schachten ein wenig mehr als die doppelte Nadellänge gebe, und beim Zerschneiden derselben erst die Spitze des einen Endes, dann die des andern Endes in das Modell lege: der kleine Theil, welcher hierbei, nach zwei gemachten Schnitten, aus der Mitte der Schachte in den Abfall kommt, ist nicht in Betrachtung zu ziehen gegen die vollkommenere Gleichheit der Nadeln.

Als Vorbereitung zur Bildung des Oehrs wird nun das obere Ende einer jeden Nadel ein wenig flach oder breit geschlagen: das Pflöcken. Der hiermit beschäftigte Arbeiter sitzt vor einem würfelförmigen, 3 bis 3½ Zoll langen und breiten, stählernen Amboße, hält mit Zeigefinger und Daumen der linken Hand 25 bis 30 fächerförmig ausgebreitete Nadeln an den Spitzen fest, legt dieselben auf den Amboß und bewirkt durch wenige Hammerschläge an allen die erforderliche Abplattung. Weil hierdurch die Kopfenden hart werden, so muß man jetzt die Nadeln abermals ausglühen, wozu man eine große Anzahl derselben zusammen in einen eisernen Ring steckt. Die Oehre werden gewöhnlich von Kindern verfertigt,

und zwar in zwei auf einander folgenden Operationen, welche man das *Einschlagen* und *Aushacken* nennt. Beim Einschlagen wird nur die Stelle des Oehrs vorgezeichnet, indem man die Nadel mit dem platten Ende auf einen spitzen stählernen Stift legt und einen leichten Schlag mit dem Hammer giebt. Zu beiden Seiten dieses Stiftes befinden sich Widerlagen, welche genau die Mitte der Nadel auf die Spitze hinweisen. In anderen Fabriken geschieht das Einschlagen mit einer in der Hand gehaltenen kleinen Punze auf einem kleinen Amboße, und zwar von beiden Seiten der Nadel. Zum Aushacken dient ein kleiner Durchschlag von der Gestalt des Oehres. Man legt die Nadel zuerst auf Blei, und schlägt mit einem Hammerstreiche das Loch durch, wobei das entsprechende kleine Stückchen der Nadel im Blei sitzen bleibt; dann wird auf einem flachen stählernen Stocke oder Amboße die noch auf dem Durchschlage steckende Nadel von jeder Seite des Oehrs einmal mit dem Hammer geschlagen, um das Oehr völlig auszubilden. Runde Oehre werden nicht immer durchgeschlagen, sondern oft mittelst einer kleinen Rennspindel gebohrt. Nach Vollendung des Oehrs wird die Nadel am Kopfende *geschweißt*, d. h. während man sie in einer Schiebzange hält und an ein auf dem Werktische befestigtes Feilholz stützt, mit einer kleinen und feinen Feile zugerundet, wobei zugleich auf jeder Seite die vom Oehr auslaufende Kerbe eingefeilt wird, welche bekanntlich dazu dient, das Einfädeln zu erleichtern.

Um diese Kerbe hervorzubringen, bedient man sich jedoch vortheilhafter einer Maschine, welche aus einem kleinen Fallwerke von ähnlicher Einrichtung wie die zum Anköpfen der Stecknadeln gebräuchliche Wippe besteht. Die Vorrichtung enthält zwei stählerne Stempel, deren jeder mittelst einer auf ihm befindlichen Hervorragung, die Kerbe auf einer Seite der Nadel eindrückt. Auf einen einzigen Schlag des herabfallenden Oberstempels ist nicht nur die Nadel auf beiden Seiten gekerbt, sondern auch das Kopfende derselben gehörig abgerundet. Zu L'Aigle in Frankreich wird ein kleines Stoßwerk angewen-

det, sowohl um die Kerben hervorzubringen als die Oehre durchzustoßen. Für den erstern Zweck wird die Nadel in der Maschine auf eine Art kleinen stumpfen Meißels gelegt, und empfängt von oben her, durch die Wirkung der Schraube, den Eindruck eines zweiten, gleichen Meißels; wobei sie durch zwei Seitenbacken an der richtigen Stelle erhalten und abzugleiten verhindert wird. Zur Bildung des Oehrs kommen die schon gekerbten und nachher ausgeglühten Nadeln ein zweites Mal in die Maschine, wo man jetzt an die Stelle des obern Meißels einen kleinen Drücker oder Stempel, und statt des untern Meißels eine geeignete Unterlage anbringt, so daß das Ganze als Durchschnitt wirkt. — Um das Innere der Oehre von aller Rauhigkeit zu befreien, kann man, nach einer neuern englischen Erfindung, die Nadeln in großer Anzahl auf dünne Stahldrähte fädeln (welche allenfalls mit der Feile rauh gemacht sind, auch wohl mit etwas Oel und feinem Schmirgel versehen werden), und darauf durch einfache Maschinerie in rasche schwingende Bewegung setzen, mittelst welcher das Ausschleifen erfolgt. — Gewisse Sorten sehr sorgfältig gearbeiteter Nadeln werden in den Aachener u. a. Fabriken mit einer eigenthümlichen Einkerbung bezeichnet, welche sich unweit des Oehrs befindet und der Gestalt eines Y nicht unähnlich ist (Y grec-Nadeln). Zu diesem Behufe nimmt ein Arbeiter 15 bis 20 Nadeln fächerartig in die Hand (wie beim Pflöcken), legt eine nach der andern auf ein stählernes, mit der Y förmigen Erhabenheit versehenes Stöckchen und giebt einen einzigen Hammerschlag. Da hierdurch die Nadeln etwas verbogen werden, so richtet man sie durch Rollen auf einer flachen eisernen Platte mit einem eisernen Lineale wieder gerade.

Nach der eben beschriebenen Operation, so wie nach der Verfertigung des Oehrs u. s. w. werden die Nadeln einzeln und unordentlich in eine Art blecherner Schachtel geworfen. Um sie für die nachfolgende Behandlung zu ordnen, d. h. gerade und parallel zu legen, bedient man sich eines einfachen und schnell wirksamen Verfahrens (Zusammenstoßen ge-

nannt), welches darin besteht, daß man eine Masse von 15,000 bis 20,000 und noch mehr Nadeln in eine flache blecherne Mulde mit etwas concavem Boden bringt, und dieses Gefäß auf eine eigenthümliche Weise schüttelt: in 3 bis 4 Minuten ist die Absicht erreicht.

Die aus Stahldraht gemachten Nadeln werden nun unmittelbar gehärtet. Zu dem Behufe wägt man sie in Portionen von ungefähr 30 Pfund (250,000 bis 300,000 Stück) ab, legt sie auf Eisenblechtafeln von 12 Zoll Länge und 6 Zoll Breite, deren lange Seiten aufgebogen sind; macht sie in einem kleinen Ofen für Holzkohlenfeuer schwach rothglühend, und wirft sie mit streuender Bewegung schnell in ein Gefäß mit kaltem Wasser. Letzteres wird sodann durch einen Hahn abgelassen, die Nadeln aber rafft man mit eisernen Haken oder Schaufeln zusammen, und ordnet sie durch Schütteln, auf die zuvor angegebene Weise. In England soll die Erhitzung mittelst eines Bades von geschmolzenem und rothglühendem Blei geschehen, wodurch allerdings eine gleichmäßigere Hitze zu erreichen sein wird. — Die geringeren Sorten, welche aus Eisendraht verfertigt sind, werden durch Einsetzen gehärtet, indem man sie in einem irdenen Topfe oder Tiegel mit Härte, d. h. mit einem Gemenge von Ruß, geraspelten Ochsenklauen und zerstoßenen Eierschalen einpackt, einen Deckel mit Lehm aufkittet, das Ganze im Ofenfeuer stark glüht und den Inhalt in kaltes Wasser wirft.

In jedem Falle müssen die gehärteten Nadeln durch Anlassen von ihrer zu großen Sprödigkeit befreit werden. Man verfährt hierbei auf verschiedene Weise. An einigen Orten werden die aus dem Härtewasser kommenden Nadeln in einer Pfanne über Feuer getrocknet, dann in einer andern Pfanne mit Schmalz erhitzt, bis dieses verbrannt ist. In anderen Fabriken erhitzt man sie auf der eisernen Deckplatte eines Ofens, bis sie dunkel violett anlaufen. Bei dieser zweiten Methode ist es jedoch nöthig, um die Anlauffarbe zu erkennen, daß man die gehärteten Nadeln von Zunder befreie; was dadurch geschieht, daß

man sie (bei 20,000 Stück) auf einer starken und dichten Leinwand ausbreitet, diese walzenförmig zusammenrollt, an beiden Enden mit einer Schnur fest umbindet, in Wasser taucht und auf einem Tische mittelst eines darüber gelegten Stockes in vor- und rückwärts wälzende Bewegung bringt. Die Nadeln scheuern sich durch diese Behandlung gegenseitig in dem erforderlichen Grade ab.

Unter den gehärteten und angelassenen Nadeln befinden sich viele, welche durch das Härten krumm geworden sind. Um diese herauszufinden und gerade zu machen, rollt ein Arbeiter jede Nadel prüfend zwischen Daumen und Zeigefinger, und richtet sie, wenn er eine Krümmung bemerkt, mit der Finne eines kleinen Hammers auf einem stählernen Schlagstöckchen.

Man schreitet nun zum Poliren (Schauern oder Scheuern), welches die langwierigste Arbeit der Nähnadelfabrikation ist. Auf einer Unterlage von mehrfacher grober und dichter Leinwand schichtet man die Nähnadeln (alle parallel liegend und 7 oder 8 Reihen der Länge nach an einander) in mehreren abwechselnden Lagen mit scharfem Sande, begießt das Ganze mit Rüböl, rollt es fest zu einem wurstähnlichen Körper zusammen, bindet diesen Ballen an den Enden und umwickelt (verstrickt) ihn noch mit einer straff angespannten Schnur. Diese ganze Zubereitung erfordert Geschick und Vorsicht, damit nicht die Nadeln beim Poliren brechen oder sich verbiegen. Ein Ballen, der 1½ bis 2 Fuß lang und 3 bis 5 Zoll dick ist, enthält 150,000 bis 200,000 und noch mehr Nadeln, und oft werden 12 bis 20 oder 30 Ballen zugleich auf einer von Wasser getriebenen Maschine bearbeitet, zu deren Bedienung ein einziger Mensch hinreicht. Die Maschine zum Poliren der Nähnadeln (die Scheuermühle, verderbt: Schormühle) besteht im Wesentlichen aus einem starken Tische, auf welchem die Ballen durch Hin- und Herziehen einer starken hölzernen Tafel vor- und rückwärts gerollt oder gewälzt werden, so daß das Ganze Aehnlichkeit mit einer gewöhnlichen Wäschrolle hat. Oft ist umgekehrt die untere Tafel beweglich, und das obere

beschwerte Blatt liegt fest, wodurch der Erfolg keine Abänderung erleidet. Die Ballen durchlaufen einen Raum von 1 bis 1½ Fuß Länge, und zwar in einer Minute 18 bis 20 Mal hin und eben so oft her. Nach 12- bis 18stündiger Bearbeitung öffnet man die Ballen, reinigt die Nadeln mittelst Sägespänen in einer Tonne, die um ihre Achse gedreht wird; trennt sie von den Spänen durch Schwingen in einer Mulde, und bringt sie durch Schütteln wieder in die parallele Lage. Sie werden hierauf abermals in Ballen eingedreht, und das Scheuern auf der Mühle nebst den darauf folgenden, eben genannten Arbeiten wiederholt sich. Diese ganze Behandlung wird überhaupt zehn Mal nach einander auf gleiche Weise vorgenommen, nur daß man die letzten drei Male statt des Sandes trockene Kleie anwendet. Die sogenannte englische Politur, welche viel schöner als die gewöhnliche ist, wird nicht mittelst Sand hervorgebracht, sondern mit Schmirgel und Oel angefangen, mit Zinnasche oder Kolkothar fortgesetzt und mit Kleie beendigt. Wenn man sich der Zinnasche oder des Kolkothars bedient, so werden die Nadeln in einer kupfernen Trommel mit heißem Seifenwasser gewaschen und mit Sägespänen in der erwähnten Tonne abgetrocknet.

Die gänzlich polirten Nadeln werden einzeln mit einem leinenen Tuche abgewischt, wobei man die zerbrochenen ausschießt. Dann werden sie alle parallel und so gelegt, daß Oehr neben Oehr sich befindet. Was die parallele Lage betrifft, so erhält man sie durch das schon oben angezeigte Mittel (Schütteln in einer Mulde); dann aber bringt man die Nadeln auf einen Tisch, an welchem Kinder sich damit beschäftigen, sie in zwei Abtheilungen zu sortiren, je nachdem die Spitzen nach der linken oder der rechten Seite liegen: so daß in jeder Abtheilung alle Nadeln gleich liegen. Sechs bis zwölf Nadeln werden zu diesem Behufe auf einmal von dem Haufen weggerollt und mit dem Zeigefinger der linken Hand niedergehalten, hierauf aber mit dem Zeigefinger der rechten Hand, welcher in einer Kappe von Tuch steckt, leise an den

Enden berührt. Die Stücke, deren Spitzen rechts sehen, bleiben in der Fingerkappe stecken, und können somit eben so schnell als sicher von den anderen geschieden werden. — Die Nadeln, deren Spitzen beim Poliren abgebrochen sind, werden ausgesucht, neu angeschliffen und als kürzere Sorten verkauft. Um solche Stücke schnell zu entdecken, steckt ein Arbeiter 2000 bis 3000 Nadeln in einen 2 Zoll weiten eisernen Ring, stößt die Oehre auf dem Tische gleich und sieht nun scharf auf die Spitzen, wodurch die kürzeren leicht bemerkt werden, die man dann mit einem Häkchen am Oehre herauszieht. — Nadeln, die sich beim Poliren gebogen haben, werden auf einer hölzernen Unterlage mit dem Hammer gerade gerichtet. — Endlich wird jede Gattung Nadeln nach den zufälligen Ungleichheiten der Länge in drei Abtheilungen gebracht, damit nur Stücke von möglichst vollkommener Gleichheit zusammen verpackt werden.

Zur Verpackung werden die Nadeln bekanntlich hundertweise in Papierpäckchen (Briefe) eingeschlagen. Das Abzählen wird durch eine mechanische Vorrichtung sehr beschleunigt oder eigentlich ganz erspart. Das Wesentliche hiervon besteht in einem eisernen Lineale, in dessen Oberfläche der Quere nach hundert Furchen, der Dicke der Nadeln entsprechend, eingeschnitten sind. Indem der Arbeiter zwischen Zeigefinger und Daumen eine Anzahl Nadeln faßt, und damit über das Lineal hinfährt, bleibt in jeder Furche eine Nadel liegen (zwei haben darin nicht Platz); und sobald ein Blick gelehrt hat, daß keine Furche leer blieb, ist auch das Zählen geschehen. In einigen Fabriken wägt man, statt zu zählen, nachdem ein Mal das Gewicht von hundert Nadeln bekannt ist.

Die schon in Papier gelegten Nadeln erleiden schließlich noch eine Behandlung, durch welche ihren Spitzen die beim Poliren verloren gegangene Schärfe wieder gegeben wird, und die man das B r a u n i r e n nennt. Es dient hierzu ein kleiner, schnell um seine Achse gedrehter Schleifstein, dessen Durchmesser sehr gering, dessen Länge aber etwas bedeutender ist. Der Arbeiter faßt 25 Nadeln auf ein Mal mit den Fingern, und

bietet sie dem Steine auf die schon oben beschriebene Weise dar. Der äußerst feine Schleifstrich, welcher hierbei an den Spitzen entsteht, geht nach der Länge der Nadeln und unterscheidet sich dadurch sichtbar von der Politur der übrigen Theile, welche über den Umkreis, rechtwinkelig gegen die Achse, stattgefunden hat. Der erwähnte Schleifstein, ein dichter quarziger Glimmerschiefer (der natürlich trocken gebraucht wird), ist in einigen Fabriken cylindrisch, 5 Zoll lang und 1½ Zoll im Durchmesser dick. An anderen Orten (z. B. in den Aachener Fabriken) giebt man dem Steine eine vierseitige prismatische Gestalt; und man macht ihn 3½ bis 4 Zoll lang, bei ½ Zoll bis 1¼ Zoll Seite des Quadrats, je nach der verschiedenen Größe der Nadeln. Die vier Kanten streichen oder schlagen schnell nach einander die Nadeln, und bringen somit einen ähnlichen Erfolg hervor, wie eine Feile, mit der man ein Metallstück der Länge nach abzieht.

Gute Nähnadeln müssen vollkommen gerade sein, sich schlank zu einer scharfen, genau in der Achse liegenden Spitze verjüngen, eine feine Politur besitzen, im Oehre nicht rauh oder scharf sein, und weder sich biegen noch gar zu leicht brechen.

Man unterscheidet im Handel viele Sorten von Nadeln, deren Unterschiede theils in der Länge und Dicke, theils in der Gestalt der Oehre (rundöhrige, kurzöhrige und langöhrige Nadeln), theils in der mehr oder weniger feinen Politur u. s. w. liegen. Die englischen Nähnadeln zerfallen in drei Gattungen, welche sich durch ein verschiedenes Verhältniß der Dicke zur Länge von einander unterscheiden. Man nennt sie lange oder dünne, halblange oder halbdicke und kurze oder dicke. Die dritte Gattung kommt in zehn Sorten vor, die ersten beiden in zwölf Sorten, wobei durchgehends die höchste Nummer die feinste Sorte anzeigt. — Besondere Arten sind: die Stopfnadeln, 1½ bis 3½ Zoll lang, mit sehr langen Oehren; die Tapetnadeln, 1¼ bis 1¾ Zoll lang, mit Oehren von ½ Zoll Länge; Packnadeln, 2½ Zoll bis 3 Zoll, an der Spitze dreischneidig; zweiöhrige und

dreiöhrige Nadeln, mit 2 oder 3 Oehren untereinander; Schuhmacher-Nadeln, 1 bis 2 Zoll lang, mit theils dreitheils vierschneidiger Spitze, am Oehre etwas gebogen oder auch gerade; Hutnadeln, 2 bis 3 Zoll, die Spitze rund, zweischneidig oder dreischneidig, die Oehre theils rund, theils kurz, theils lang; Sattlernadeln, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll, statt der Spitze eine runde Schneide; Billardnadeln, mit gebogener Spitze, zum Ausbessern des Tuchüberzuges an Billardtafeln.

Als den Nähnadeln in der Form und Verfertigung verwandt, mögen hier die Hechelnadeln, Hechelzähne (zur Zusammensetzung der Flachshecheln) Erwähnung finden. Man hat sie von $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge zu den Hechelkämmen der Flachsspinnmaschinen, hierzu werden oft die in der Nähe des Oehres beim Scheuern abgebrochenen Nähnadeln benutzt; ferner von 2 bis $7\frac{1}{2}$ Zoll Länge für Handhecheln. Die Sorten bis aufwärts zu $3\frac{1}{2}$ Zoll werden aus Stahldraht durch ein der Nähnadelfabrikation wesentlich gleiches Verfahren, wobei nur alle auf das Oehr bezüglichen Arbeiten wegfallen, dargestellt. Für die kleinen, höchstens 2zölligen Nadeln schneidet man den Draht in Stücke von etwa 8 Zoll Länge; diese werden dann auf dem trockenen Schleifsteine an beiden Enden zugespitzt, in der bestimmten Länge abgeschnitten, wieder gespitzt, abgeschnitten, und sofort, bis nur noch kleine Endchen als Abfall übrig sind. Größere Nadeln werden nur in der doppelten Länge geschnitten und nach dem Anspitzen beider Enden in der Mitte durchgetheilt. Das Härten geschieht wie bei den Nähnadeln. Zum hierauf folgenden Anlassen bedient man sich eines eisernen Kästchens, ungefähr $6\frac{1}{2}$ Zoll lang, $1\frac{1}{4}$ Zoll breit und hoch, welches mit 6 Abtheilungen versehen ist, deren jede etwa 1 Zoll im Quadrate mißt. Diese Abtheilungen werden mit Hechelnadeln so gefüllt, daß alle dicken Enden auf dem Boden des Kästchens ruhen und die Spitzen nach oben stehen. So gefüllt wird das Kästchen auf die geheizte Eisenplatte des Anlaßofens gestellt, um von unten auf die Hitze zu empfangen. Von Zeit zu Zeit

zieht der Arbeiter eine Probenadel heraus und versucht sie am dicken Ende mittelst eines leichten Hammerschlages umzubiegen; läßt die Nadel auf diese Weise sich biegen ohne zu brechen, so ist der richtige Zeitpunkt eingetreten, um unverzüglich den Inhalt des Kästchens auszuschütten. Die krummen Stücke sucht man dann aus, damit sie durch vorsichtiges Hämmern gerade gerichtet werden. Nun folgt das Scheuern oder Poliren, welches dem der Nähnadeln gleich ist; und nachdem schließlich die Nadeln noch nachgespitzt worden, sind sie zum Verkaufe fertig. — Hechelzähne von 4 Zoll und darüber in der Länge sind am Fuße (an dem dicken Ende) vierkantig, und werden nicht aus Draht, sondern aus quadratisch gewalzten Stahlstäbchen gemacht. Da hier das Zuspitzen durch Schleifen zu zeitraubend sein würde, so werden sie durch Schmieden aus freier Hand (ohne Gesenk) zur schlank verjüngten Gestalt ausgebildet, und zwar in doppelter Länge so, daß ein mittlerer Theil von 1 bis 2 Zoll Länge die vierkantige Gestalt behält. Die Vollendung geschieht auf dem Schleifsteine mit mehreren gleichzeitig, unter drehender Bewegung zwischen den flachen Händen. Nach dem Durchtheilen oder Halbiren, dem Härten und Anlassen, nöthigen Falls auch Geraderichten, folgt das Poliren, welches nicht durch Scheuern in Packeten (Ballen), sondern auf einer Lederscheibe mit Schmirgel verrichtet wird.

2) Stricknadeln. — Ihre Verfertigung hat mit jener der Nähnadeln große Aehnlichkeit, obwohl sie viel einfacher ist, indem alle Arbeiten, welche auf die Bildung des Oehres Bezug haben, wegfallen. Der Eisen- oder Stahldraht wird mittelst des Schachtmodells in gehörigen Längen zugeschnitten, die Schachte werden auf der Maschine gerichtet, an beiden Enden spitzig angeschliffen, gehärtet (die eisernen eingesetzt), angelassen und auf der Scheuermühle polirt. Die Länge der Stricknadeln ist 8 bis 10 Zoll; hinsichtlich der Dicke werden viele Sorten gemacht, die man dergestalt mit Nummern bezeichnet, daß die höheren Nummern den dünneren Sorten entsprechen. Größere Gattungen von Stricknadeln, 12 bis 24 Zoll lang, werden

nur an einem Ende zugespitzt, am andern mit einem messingenen Kopfe nach Art der Stecknadeln versehen (Kopfnadeln).

V. Ueber das Adouciren und die Vorbereitung des Stahls zur Siderographie und zum Graviren überhaupt.

Weißes reines Roheisen besitzt die Eigenschaft, nachdem es einen Theil seines Kohlenstoffes verloren hat, noch seine ursprüngliche Dichtigkeit beizubehalten, so daß man es hämmern, biegen und poliren kann; graues Roheisen aber läßt sich auf diese Weise nicht cementiren. Man kann diese Eigenschaft des weißen Roheisens benutzen, um es in Stahl und selbst in Stabeisen zu verwandeln.

Der berühmte französische Graf Reaumur erkannte dieß schon und glühte weißes Roheisen in verschlossenen Gefäßen mit mehreren Arten von Pulvern, unter andern mit Leinasche, die aus 86,5 Procent phosphorsaurer Kalkerde, 6 Procent kohlensaurem Kalk, 3—4 Procent phosphorsaurer Talkerde und gegen 5 Procent phosphorsaurem Natron besteht. Wird nun ein Stück von weißem reinen Roheisen in solche Leinasche gepackt und dann in einem wohlverschlossenen Kasten eine Zeit lang in einer Kirschrothglühhitze erhalten, so färbt sich das schneeweiße Pulver grau und später schwarz von verschlackter Kohle, die eben im Begriff war, die Phosphorsäure des Kalkes zu reduciren und deßhalb mit seinem Sauerstoffe zu verbrennen. Dieß ersieht man daraus, daß das Cementpulver, sobald es hinreichend Kohle eingesogen hat, sich mit dieser verbindend zusammenzieht und sich leicht vom Roheisenstücke trennt. Das Roheisen dagegen hat mehr oder weniger von seinem Kohlegehalt verloren.

Seit Reaumur's Zeiten, d. h. seit dem zweiten Viertel des vorigen Jahrhunderts, sind verschiedene Versuche gemacht schmiedbares Roheisen, oder in Stahl verwandelte Gußwaaren darzustellen; allein erst in den letzten 12 bis 15 Jahren sind solche Fabrikationen von Scheeren, Lichtscheeren, Steigbügeln, Sporen, Kandaren, Schlüsseln, Schnallen, Gewehr-

schlössern u. s. w. gelungen. In Solingen, in Filpe bei Hagen (Preußischer Regierungsbezirk Arnsberg) und zu Neunkirchen in Niederösterreich sind Fabriken dieser Art.

Auch die Adoucirung des Stahles wurde und wird noch für gewisse Zwecke angewendet. Der Stahlfabrikant Shey in Paris hatte schon 1808 ein Patent genommen auf Vervielfältigung gravirter stählerner Knöpfe mittelst eines Prägewerks, indem er zuerst den Stahl in reinen Eisenfeilspähnen entkohlte und ihn dann wieder durch Einsetzen härtete. Eben so adouciren die Stahlarbeiter in Birmingham aus Stahlblechen gehauene Theile, z. B. zu Lichtscheeren, bringen dann die erforderlichen Verzierungen durch Pressen oder Graviren an, und ertheilen dem verzierten Theile eine harte Oberfläche durch Insatzhärtung, wodurch die Waare jene schöne Politur annimmt, welche die Birminghamer Stahlwaaren vor allen andern auszeichnet.

Allgemeines Interesse gewann jedoch die Methode des Adoucirens von Stahl durch die Erfindung der Siderographie oder der technischen Stahlstecherkunst durch die Amerikaner Perkins, Jairman und Heath, obgleich schon Albrecht Dürer in Stahl gestochen hat. — Der Künstler hatte hier seine Zeichnungen anstatt in das weiche Kupfer in eine harte Stahlplatte zu graben, was nur mit unsäglicher Mühe gelang. Perkins suchte daher der Stahlfläche einen Theil ihres Kohlenstoffes zu entziehen, indem er sie adoucirte. Dieß geschah, indem er sich als Cementpulver der reinen Eisenfeilspähne bediente.

Die Absicht, welche der ersten Anwendung des Stahlstichs zum Grunde lag, war, eine gestochene Platte behufs sehr vieler Abdrücke beliebig vervielfältigen, außerdem aber durch die ausgezeichnete Dauerhaftigkeit einer Stahlplatte, im Vergleich zu Kupferplatten, mehr Abdrücken machen zu können.

Man bedient sich Gußstahlplatten, welche, behufs der Gravirung, auf der Oberfläche weich gemacht werden müssen; dieß geschieht durch einen Entkohlungsproceß, wodurch die Oberfläche in weiches Eisen verwandelt wird. Man glüht, wie schon be-

merkt, die Stahlplatte in einer gußeisernen Büchse, in einer Umgebung von reinen Eisenfeilspähnen und zwar in dem Verhältniß kürzere oder längere Zeit, aus, je tiefer die Entkohlung bewirkt werden soll. Nach ganz allmähligem Erkalten wird die Platte gravirt und darauf gehärtet, d. h. wieder in Stahl verwandelt. Zu dem Ende wird sie mehrere Stunden lang in einer, mit Lederkohle gefüllten gußeisernen Büchse in starker Rothglühhitze geglüht, worauf man die rothglühende Platte in kaltes Wasser taucht, sie aber vor dem völligen Erkalten wieder herauszieht, um Risse und Sprünge zu vermeiden. Endlich wird sie angelassen, da sie so hart sein muß wie strohgelb angelassener Stahl, wenn sie zu nachstehender Behandlung geeignet sein soll. Man bedient sich nämlich einer solchen gravirten und gehärteten Platte als Matrize, um mittelst derselben Patrizen anzufertigen, welche zur beliebigen Uebertragung des Stichs auf andere Platten dienen.

Zur Anfertigung der Patrizen dient eine Walze aus Gußstahl, eine sogenannte Molette, welche in einem Gestell sich um ihre Axe drehen kann; sie muß eine so große Oberfläche haben, daß diese die Platte gerade bedeckt. Die Walze wird wie die Platten entkohlt, und muß nun mit einer bedeutenden Kraft gegen die harte Matrize gedrückt werden, so daß sich die Zeichnung auf die Patrize rein überträgt, und auf dieser erhaben zum Vorschein kommt. Daß diese Operation mit Hülfe ganz genauer Maschinen vollbracht werden müsse, ist leicht zu ersehen. Ist dieß geschehen, so wird die Patrize eben so gehärtet, wie die Matrize und kann nur angewendet werden, um auf Kupfer oder weichgemachte Stahlplatten dieselbe Zeichnung zu übertragen. Letztere wird dann wieder gekohlt, gehärtet und blau angelassen, um sie zum Abdruck vorzubereiten.

Es ist dieses Verfahren der Siderographie ganz besonders zur Verfertigung von Papiergeld, Banknoten von den Erfindern angewendet worden. Auf eine gleiche Weise werden auch die Dessinwalzen für Kattundruckereien, welche Walzendruck verfertigen, gearbeitet. Das Muster wird in Stahl gestochen,

aber nothwendig in solchen Dimensionen, daß dasselbe in der Peripherie der Druckwalze in einer bestimmten Zahl von Wiederholungen aufgeht; darauf wird die Platte gehärtet, die Patrize gefertigt und mittelst dieser die völlig cylindrisch abgedrehte Kupferwalze gravirt.

Bald darauf kam man auf ein kürzeres Verfahren, in Stahl zu ätzen. Zu dem Ende werden die Platten gleichfalls vorher auf die oben angegebene Weise entkohlt, polirt, mit Aetzgrund überzogen und auf die bekannte Art gravirt, darauf mit einer Aetzflüssigkeit geätzt.

Präg- oder Münzstempel, namentlich die Zeichnung ohne Schrift, werden in Relief in weichgemachtem Stahl ausgeführt, weil auf diese Weise die Ausarbeitung der einzelnen Theile leichter ist als in der Tiefe. Man drückt dieses Original, nachdem es gehärtet worden, in eine beliebige Anzahl von Prägstempeln ab, welche dadurch völlig übereinstimmend werden. Ist die Gravirung, z. B. ein Wappen, ursprünglich vertieft, so prägt man sie zuerst erhaben in Stahl ab und gebraucht diesen Relief-Abdruck, welchen man härtet, zum Senken der Stempel. Bei erhaben geschnittenen Originalen wendet man sogar ein noch weitläuftigeres Verfahren an. Um nämlich eine Gravirung nicht durch zu oftmaligen Gebrauch der Gefahr des Verderbens auszusetzen, prägt man sie vertieft in Stahl ab, schlägt mit Buchstabenpunzen die Schrift ein, härtet den Abdruck, senkt damit eine neue Relief-Copie, härtet diese ebenfalls, und bedient sich endlich ihrer, um damit die Prägstempel zu senken. Geht nun etwa diese Relief-Copie zu Grunde, so kann sie leicht wieder ersetzt werden. Das Härten der Stempel geschieht durch Eintauchen in Wasser, oder unter einem Wasserstrahl, welchen man mitten auf die Fläche fallen läßt.

Die Patrizen zur Bildung der Matrizen für den Letternguß, werden ebenfalls erhaben in weichgemachtem Stahl geschnitten, dann gehärtet und die Matrizen in Kupfer vertieft eingetrieben. Pettschafte werden in weich gemachten Stahl vertieft gestochen und dann gehärtet.

Ergänzungen.

Zum dritten Capitel.

Puddelstahl-Bereitung.

Die Puddelstahl-Bereitung ist seit dem Erscheinen der ersten Ausgabe dieses Werkchens ein sehr wichtiger Betriebszweig geworden, so daß wir hier zuvörderst eine genaue Beschreibung des dabei angewendeten Verfahrens folgen lassen wollen. So wie der Aufschwung der Stabeisenfabrikation in dem allmähligen Verlassen des Herdfrischprozesses mit Holzkohlen und der Annahme des Puddelprozesses mit Steinkohlen, wodurch die Fabrikation wohlfeiler und ausgedehnter wird, liegt, so wird auch die Annahme des Stahlpuddelns und Beschränkung des Stahlfrischens in Herden diesen wichtigen Productionszweig heben, was die letztern Jahre in der Preuß. Provinz Westphalen schon bewiesen haben. Die nachfolgende genaue Beschreibung des Stahlpuddelprozesses ist ein Auszug aus einer Abhandlung „über das Stahlpuddeln auf dem Königl. Preuß. Hüttenwerke zu Lohe bei Siegen" vom dortigen Königl. Materialien-Verwalter Düber, in der Zeitschrift für das Berg- Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate, Bd. II., Abthl. B. S. 161 rc. Die Arbeit ist mit zwei großen Tafeln versehen.

Man puddelt zu Lohe seit dem Herbste 1851 und verarbeitete anfänglich dieselben Roheisensorten wie beim Rohstahlfrischprozeß, nämlich $^2/_3$ Rohstahleisen vom Müsener Grund und $^1/_3$ Nebeneisen. Das erstere wird ausschließlich aus Spatheisenstein vom Müsener Stahlberg (Müsener Grund), das Nebeneisen, auch Ausschmelzeisen genannt, weil damit der Rohstahlfrischprozeß eingeleitet wird, aus Spatheisenstein von den

Nebengruben des Müsener Stahlbergs erblasen. Bei der Frischarbeit fällt daraus der schon seit Jahrhunderten rühmlichst bekannte Loher „Edelstahl“ und „Mittelkür.“ Bei einer und derselben Beschickung unter Mitanwendung von Koaks und bei entsprechendem Kalkzuschlage fallen, in der Menge von dem Verhältnisse des Beschickungsgesetzes zum Brennmaterial abhängend, aus Stahlberger Spatheisensteinen folgende Rohstahleisensorten, nnd zwar der Gare nach aufsteigend: a) weißes Rohstahleisen bei untergarem Gange des Hofofens; b) Spiegeleisen bei normalem Gargange und c) graues Rohstahleisen bei übergarem Gange des Hohofens. Zwischen diesen Hauptsorten liegen natürlich viele Uebergangssorten.

Bei dem Spiegeleisen und überhaupt beim Stahlberger Rohstahleisen wird nach dem Einschmelzen im Puddelofen kalte Rohschlacke zugesetzt, um dasselbe durch diese Abkühlung auf die zum Frischen geeignete Temperatur zurückzuführen, sodann aber durch die chemische Einwirkung dieses wenig garenden Zuschlags die später garend wirkenden Schlacken des Rohstahleisens selbst zu neutralisiren. Beim Nebeneisen ist hierzu weniger Veranlassung, denn es schmilzt fast in der zum Frischen geeigneten Temperatur ein, geht im Verlaufe des Puddelprozesses weniger heiß und verändert daher auch seine Schlacke nicht so bemerkbar. Diese Roheisensorte hat geringen Kohlen- und Mangangehalt, ist leichtfrischend und es kann daher der Prozeß unter der größten Hitze durchgeführt werden. Bei Verarbeitung des Spiegel- und überhaupt des Stahlberger Rohstahleisens hängt daher der Erfolg des Stahlpuddelns wesentlich von der Beschaffenheit der Zuschlagschlacke ab, da es seine heiße Natur im Puddelofen bis zu Ende des Frischprozesses beibehält. Unter allen bis jetzt versuchten Zuschlägen hat die Schlacke vom Eisenschweißofen, welche bei fast ausschließlicher Verarbeitung von Siegen'schem Roheisen gefallen ist, dem Zwecke am besten entsprochen. Außerdem wird noch Braunstein und Kochsalz, ungefähr in dem Verhältnisse von 1 : 2 vermischt, zugeschlagen, um dadurch ebenfalls auf eine dünne flüssige Schlacke hinzuwirken.

Bis jetzt sind auf der Loherhütte zwei Puddelöfen vorhanden, welche abwechselnd auf Stahl betrieben werden; denn die Betriebsdauer beträgt nur zwei Wochen, über welche hinaus man nicht vortheilhaft mehr arbeitet, obgleich die Oefen im Innern mit den besten feuerfesten Steinen von Groß=Allmerode im Hessischen bekleidet werden; die Feuer= und Fuchsbrücke, so wie die von der Schlacke bespülten Theile der Seitenwände müssen oft schon früher ausgebessert werden. Beide Oefen No. 1 u. No. 2 haben im Aeußern gleiche Einrichtungen und Größen, wie auch gleiche, 45 Fuß hohe Essen, wogegen die innern Dimensionen etwas verschieden sind, wie wir sogleich nachweisen werden, wobei wir uns auf die Fig. 7 u. 8 auf S. 49 unseres Werks beziehen:

Dimensionen des Ofens No. I.

Der Feuerungsraum ist 35 Zoll Rhein. lang und breit.

Die Feuerbrücke liegt $16^1/_2$ Zoll über dem Rost.

Das Ofengewölbe liegt 31 „ „ „ „

„ „ „ $14^1/_2$ „ „ der Feuerbrücke.

Der Puddelherd ist von der Feuer= bis zur Fuchsbrücke 4 Fuß $9^1/_2$ Zoll lang.

Derselbe ist von der Rückwand bis zur Arbeitsthüre 4 Fuß 1 Zoll breit.

Das Gewölbe liegt 26 Zoll über dem Herde.

„ „ „ 14 „ „ der Fuchsbrücke.

Die Esse ist 14 Zoll im Quadrat weit.

Der Herd ist über der Herdplatte 5 Zoll hoch.

Die Fuchsbrücke liegt $15^1/_2$ Zoll über der Herdplatte.

Dimensionen des Ofens No. II.

Der Feuerungsraum ist 34 Zoll lang und breit.

Die Feuerbrücke liegt 16 Zoll über dem Rost.

Das Ofengewölbe liegt 28 „ „ „ „

„ „ „ 12 „ „ der Feuerbrücke.

Die Feuerbrücke ist 14 Zoll breit.

Der Puddelherd ist 4 Fuß $9^1/_2$ Zoll lang und 14 Fuß 1 Zoll breit.

Die Fuchsbrücke liegt 14 Zoll über der Herdplatte.

Das Gewölbe „ 12 „ „ „ Fuchsbrücke.

Die Esse ist 14 Zoll im Quadrat weit.

Die Fuchsmündung ist an der Esse in beiden Oefen 22 Zoll hoch.

Der Ofen No. I. hat ein höheres, von der Feuer= bis zur Fuchsbrücke beinahe ganz horizontales Gewölbe, denn es fällt von der Mitte des Herdes an um etwa 1 Zoll. No. II. hat ein niedrigeres Gewölbe, welches von der Mitte des Herdes an bis zur Fuchsbrücke 4 Zoll abfällt; die Brücken sind in beiden Oefen fast gleich hoch. So wie im innern Raum, ist der Ofen No. I. auch im Roste und im Fuchse weiter. Welcher Ofen den Vorzug verdient, ist bis jetzt noch nicht entschieden. In beiden Oefen befinden sich gleich weite Abkühlkanäle, denen mittelst Röhren Wasser zugeführt und für jeden Ofen mittelst eines Hahnes regulirt wird.

Das Zängen, Abschweißen und Auswerfen der Luppen geschieht unter einem 700 Pfd. schweren, schmiedeeisernen Aufwerfhammer mit Kreuzbahn, der ein hölzernes Gerüst hat und von einem 9 Fuß hohen oberschlächtigen Wasserrade so getrieben wird, daß er 125 Schläge in der Minute macht. — Das Ausschweißen geschieht in zwei überwölbten Schweißfeuern, die abwechselnd im Betriebe stehen und mit ledernen Blasbälgen versehen sind, welche ihren Wind durch zweilöchrige Formen einblasen. Man benutzt in diesen Feuern alle bis $^1/_3$ Kubikzoll große Rostkokes und es werden jedesmal zwei Luppen auf einmal eingehalten. — Die Arbeitsgezähe sind im Allgemeinen die gewöhnlichen des Puddlers, jedoch mit einigen durch das Oertliche bedingten Abänderungen.

Wenn der Ofen zugestellt, wird er einige Tage langsam getrocknet und angewärmt, sodann die Temperatur verstärkt, um den Schlackenherd zu schmelzen, was jedoch mit großer Sorgfalt geschehen muß. Es wird vorher Garschlacke — hier

Frischschlacke von den alten Eisenhämmern — in einzelnen Mengen auf die Herdplatte geworfen und theils auseinander gezogen und theils ringsum an die Wasserkanäle aufgesetzt. Die erste Portion setzt man vor Anstochen des Ofens ein, und zwar besonders an den Seitenwänden des Herdes. Nach jedem Einsatz wird so lange gefeuert, bis derselbe dickflüssig zu werden anfängt, wobei man ihn mit der Brechstange oder dem Rührhaken öfters aufbricht und soviel als möglich durchrührt. Hierauf gleicht man die Schlacke mit dem Haken im Herde nochmals aus und setzt von neuem ein, bis der Herd die gehörige Dicke von etwa 5 Zoll hat. Nach langem Feuern wird dieser Herd endlich fest, d. h. so gar, daß die stärkste Hitze des Flammofens die Masse nicht mehr in Fluß bringen kann. Zuletzt wird der ganze Schlackenherd mit dem Haken noch recht dicht geschlagen, bis er wie eine feste Masse erscheint. Nunmehr kann Eisen eingesetzt werden.

Auf einem neuen Herde kann man aber nicht sogleich Stahl puddeln, denn bei den ersten Sätzen löst sich immer noch mehr oder weniger Garschlacke von dem Herde auf, und man erhält dadurch unvermeidlich weichen Stahl. Doch selbst auf einem alten Schlackenherde fängt man, wenn der Ofen kalt gelegen hat, und nur neu angestocht, d. h. angewärmt wurde, mit einem Satz auf Stabeisen an, um den Ofen erst in die gehörige Hitze zu bringen und die sich etwa vom Herde ablösende Garschlacke auf diese Weise unschädlich zu machen. Sogar am Anfange der zweiten Woche des Ofenganges, wenn der Ofen des Sonntags über gedämpft war, ist es gut, auch noch einen Einsatz auf Stabeisen vorhergehen zu lassen.

Bei dem Einsetzen auf Stahl wird das Rohstahleisen entweder durch den Herd des Ofens niedergelegt, oder ringsum an den Wänden aufgestellt. Ersteres geschieht, wenn man den Schlackenherd abkühlen will, letzteres, wenn dieß nicht nöthig, vielmehr der Herd mehr erwärmt oder gar absichtlich angegriffen werden soll, weil er vielleicht zu hoch aufgewachsen war. Soll dagegen das Eisen auf den Herd zu liegen kommen, so

muß vorher die von dem vorigen Satze zurückgelassene Schlacke abgekühlt werden. Dies geschieht durch einige Löffel Wasser, wodurch die Oberfläche der flüssigen Schlacke erstarrt, ferner durch mehrere Schaufeln voll Hammerstockschlacke, d. h. solche, die vom Zängen der Luppe herrührt, welche ebenfalls naß ist. Auf diese Weise kühlt man den Herd mehr oder weniger, je nach dem Bedürfniß ab. Vor dem Einsetzen des Eisens oder inmitten des Betriebes, sobald die letzte Luppe aus dem Ofen ist, noch besser aber einige Augenblicke vorher, wird dem Ofen die volle Hitze gegeben, d. h. die Klappe auf der Esse ganz aufgezogen. Nach dem Einsetzen des Eisens werden einige Schaufeln Kohlen über den Rost gestoßen, sodann derselbe von Schlacken gereinigt und darauf stark geschürt. Hierbei ist zu beobachten, daß man nach gereinigtem Roste vorher mit dem Stechhaken die in der Kohlenschicht entstandenen Löcher mit den noch aufliegenden verkokten Kohlen ausfüllt, namentlich auf die Ecken des Rostes ausstößt, ehe man frische Kohlen einbringt, weil diese sonst theilweis durch den Rost fallen würden. Je nachdem der Zug im Ofen stark oder schwach ist, muß die Kohlenschicht dicker oder schwächer sein; eine zu dicke Schicht, durch welche der Zug gehemmt wird, gibt nicht die stärkste Hitze, man muß sich also hier nach dem Zuge im Ofen überhaupt und nach der Beschaffenheit der Kohlen richten und als Regel annehmen, daß, je schlechter die Kohlen, um so schwächer die Kohlenschicht auf dem Rost sein muß.

Der Ofen bleibt nun eine Zeitlang mit verschlossener Arbeitsöffnung und mit offener Klappe stehen und, falls das Eisen an den Ofenwänden aufgestellt wurde, bis zu Anfang seines Schmelzens; falls man aber das Eisen auf dem Herde niedergelegt hatte, so lange bis dasselbe rothwarm geworden ist, worauf es an den Wänden aufgestellt wird. Inzwischen muß das Feuer einige Male geschürt werden, damit das Eisen so rasch als möglich verschmilzt. Das Spiegeleisen und das graue Rohstahleisen schmelzen ziemlich auf einmal tropfbar flüssig ein das strahligfasrige und kleinspiegelige auch noch, das weißluckige

geht zuerst durch einen weichen und teigartigen Zustand unter anhaltender starker Hitze in den tropfbar flüssigen über.

Um ein gleichmäßiges Einschmelzen zu bewirken, was namentlich beim Stahlberger Eisen sehr wesentlich ist, muß man Eisenmasselstücke von ziemlich gleicher Dicke einsetzen; denn wenn das Eisen ungleich einschmilzt, so wird ein Theil desselben zu heiß, und der Satz muß nm so stärker wieder abgekühlt werden. Ueberhaupt ist es zweckmäßig, das Rohstahleisen bei Hohofen nicht in zu dicke Masseln zu gießen, weil dadurch bei dem Einschmelzen im Puddelofen der Kohlenverbrauch unnöthig gesteigert und die Arbeit verzögert wird; die Masselstücke sollten nicht über $1\frac{1}{2}$ Zoll dick sein. Endlich ist darauf zu sehen, daß man nur Rohstahleisen von möglichst gleicher Gare einsetzt, also nicht Spiegeleisen und graues zu weißluckigem Rohstahleisen, weil solche nicht allein ungleich einschmelzen, sondern auch ungleich garen. Eine ganz gleichmäßige Vermischung des Eisens, selbst im flüssigen Zustande, findet einmal im Puddelofen nicht statt; bei ungleichartigem Einsatze würde daher ein Theil desselben leicht schon im Garen begriffen sein, während der andere, ohlenweichere und dünnflüssigere Theil noch ganz flüssig auf dem Herde steht; beim Stahlpuddeln kommt alles darauf an, daß die Arbeit vom Anfange an möglichst gleichmäßig fortgeht, nämlich daß das Einschmelzen und Garen stets gleichmäßig erfolge, dann aber die gefrischte Stahlmasse möglichst rasch aus dem Ofen genommen wird.

Nach dem Einschmelzen des eingesetzten Eisens untersucht man mit dem Haken auf dem Herde, ob nicht noch Stücke zurückgeblieben sind, hilft durch Klopfen mit dem Haken etwas nach und rührt hiernach die ganze Masse im Ofen durch, womit die Einschmelzperiode beendet ist. Sodann wird die Klappe fast ganz geschlossen, und dadurch der Ofen soweit gedämpft, daß die Flamme zur Arbeitsöffnung heraustreten will. Hier mit beginnt die zweite Einschmelz- oder Schlackenzuschlags-Periode.

Alles Rohstahleisen vom Müsener Grund, so wie auch

das Nebeneisen müssen nämlich unter Schlackenzuschlägen verpuddelt werden, indem dieselben das zu heiß eingeschmolzene Roheisen abkühlen und zugleich entkohlen sollen. Auch Braunstein und Kochsalz schlägt man nun zu, indem man dadurch eine dünnflüssige Schlacke erlangt und das stärkere Aufblasen des Satzes bewirkt.

Die Schweißofenschlacke zerschlägt man mit der Hand in nußgroße Stücke und setzt auch Schlacke von den Stahlfeuern zu, weil man jene nicht in hinreichender Menge hat. Die Größe des Schlackenzuschlags hängt davon ab: 1) ob vor dem Einsetzen viel oder wenig Schlacke im Ofen war; 2) von dem Grade der Hitze und der Flüssigkeit des eingeschmolzenen Roheisens, ob es leicht- oder strengflüssig war; 3) von dem Hitzgrade des Ofens, wobei die Beschaffenheit der Kohlen und der Zug im Ofen wesentlichen Einfluß haben.

Wenn vor dem Einsetzen viel flüssige Schlacke im Ofen war, so muß man mehr kalte Schlacke zuschlagen; sehr heiß eingeschmolzenes, namentlich Spiegel- und graues Rohstahleisen, erfordern weit mehr Schlacke, als weißes strahliges Nebeneisen, welches nur einen geringen Schlackenzusatz nöthig hat. Bei kaltem und schlecht geschürtem Ofen muß weniger Schlacke zugesetzt werden. — Man wirft die Schlacken mit einer Handschaufel auf den Herd und rührt dabei beständig mit dem Haken um; die angedickte Masse wird dann von den Wänden weg nach der Mitte des Herdes gezogen und geschoben, worauf man den Ofen mit geschlossener Arbeitsthür, unter offener Klappe, daher bei voller Hitze so lange stehen läßt, bis die Masse an den Rändern wieder zu fließen beginnt. Damit nun die Masse rascher und gleichmäßiger einschmilzt, wird sie zugleich mit der Brechstange aufgebrochen und nach allen Seiten hin vertheilt, worauf der Ofen geschlossen wird, so daß die Masse nach etwa 5 Minuten wieder dickflüssig geworden ist.

Während dem ist die Masse ununterbrochen mit dem Rührhaken, nach allen Richtungen, durchgerührt worden und es werden dadurch die untern kältern fortwährend mit den obern,

durch die Flamme bestrichenen und dadurch heißern Theile vertauscht; mit dieser Arbeit wechseln zwei Puddler ab, während der Meister die Ofentemperatur durch die Klappe, durch Schüren und auch durch das Reinigen des Rostes regulirt. Wenn zuviel Schlacke zugeschlagen und der Satz zu sehr abgekühlt war, und ein Dickflüssigwerden der Masse nicht erreicht werden kann, so muß bei stets offener Klappe gearbeitet werden, weil der Satz alsdann zu stark gart. Dieß muß aber sorgfältig vermieden werden, weil bei solchem Betriebe kein feinkörniger, reiner Stahl erfolgt und die Entkohlung zu weit geht; weshalb man dann stark garende Zuschläge von Hammerschlag u. s. w. machen muß. — Wenn dagegen der Satz nicht genug abgekühlt, also zu wenig Schlacke zugesetzt war, so wird die Masse bald wieder völlig flüssig, frischt nicht, sondern oxydirt und verschlackt nur, worauf man die Esse verschließt und von neuem einen Schlackenzusatz macht.

Ein richtiges Treffen des Schlackenzusatzes hat Schwierigkeiten, allein es ist immer besser, etwas zu viel als zu wenig Schlacke zuzusetzen; war er richtig, so beginnt die Masse beim Rühren und bei offener Klappe bald zu steigen und es entwickeln sich bläuliche Kohlenoxydgas-Flämmchen. Ist kein Schlackenzusatz mehr nöthig, läßt sich aber auch der Satz nicht mit voller Hitze durchtreiben, sondern muß man die zweckmäßige Temperatur durch ein Dämpfen des Ofens herbeiführen, so wirkt der atmosphärische Sauerstoff mehr auf das Eisen, als auf seinen Kohlengehalt.

Wird der Satz nach dem Schlackenzusatz wieder eingeschmolzen und die angedickte Masse wieder flüssig, so beginnt er zu garen; je flüssiger die Masse wird, um so geringer ist die Kohlenoxyd-Entwickelung und um so mehr blähet es die Masse auf, t r e i b t der Satz, wie man sagt. Je länger diese Bewegung dauert, um so langsamer wird das Roheisen entkohlt und um so grobkörniger wird der Stahl. Sehr viel kommt hierbei auf die Beschaffenheit der Zuschlagsschlacke an: bei geringerer Temperatur muß sie dünnflüssig und bei höherer

gelbflüssig, nie aber auf der Oberfläche des Satzes musig-schaumig werden. Weißglühende Schlacke wirkt garender und giebt selten noch harten Stahl. Dieser Nachtheil läßt sich nicht mehr ändern.

Das Treiben des Satzes in der flüssigen Masse dauert so lange, als die Schlacke das Aufquillen und den Austausch der Roheisen- und Rohstahltheile zuläßt. Zuerst zeigen sich auf der Oberfläche kleine Körner der Stahlmasse, welche bei fernerm Rühren und Garen des Satzes immer größer werden, indem Körner an Körner und diese wieder zu Klumpen zusammenschweißen, bis endlich alles Rohstahleisen in Rohstahl verwandelt ist. Die bisher auf der Masse schwimmende Schlacke sinkt in dem Maße, als die Ursache ihres Aufblähens, nämlich die Entweichung von Kohlenoxydgas, schwächer wird, bis zuletzt die Stahlmasse fast bis zur Hälfte von ihr entblößt auf dem Herde liegt.

Sobald sich nun Körner von roher Stahlmasse auf der Oberfläche zeigen, so wird nochmals tüchtig geschürt, damit man bis zu Ende des Prozesses die Luft mögligst abhalten kann, welches in dieser Periode nothwendige Bedingung ist, da ein großer Theil der Stahlmasse nicht durch Schlacke gegen zu starke Entkohlung geschützt ist. — Hat sich nun die Stahlmasse größtentheils zu Boden gesetzt, so nimmt der Puddelmeister die Brechstange, wendet damit die Stahlmasse, um eine gleichmäßige Entkohlung zu bewirken, zieht sie nach der Feuerbrücke, schlägt die hervorstehenden Theile mit dem Rücken des Hakens nieder, und sobald er merkt, daß die Masse rasch fest werden will, schreitet er zum Luppenmachen.

Um dieß zu bewirken, bricht der Meister mit dem Luppenhaken von der an der Feuerbrücke liegenden Masse soviel ab, als zu einer Luppe erforderlich ist und drückt dieselbe möglichst fest zusammen. Ist nun die erste Luppe unter den Hammer gebracht, so wird während des Zängens derselben die zweite gemacht, ebenfalls unter dem Hammer gezängt u. s. f., bis die ganze Stahlweiche auf gleiche Weise verarbeitet ist. Gewöhn-

lich macht man aus einem Einsatz von 340 Pfund Roheisen 7—8 Luppen, so daß eine etwa 40 Pfund wiegt. Sowohl das Luppenmachen als auch das Zängen muß möglichst rasch ausgeführt werden, weil die Masse zuletzt zu stark gart und die Entkohlung zu weit geht, aus welchem Grunde auch mit möglichst geschlossener Essenklappe gearbeitet werden muß.

Sobald nun der Satz bis auf die letzte Luppe aus dem Ofen genommen worden ist, wird die Klappe gezogen, und nachdem auch diese Luppe gezangt, werden die im Ofen zurückgebliebenen Brocken oder ansitzenden Stahlmassen mit der Brechstange abgenommen. Die im Herde zurückgebliebene Schlacke wird mit Wasser und Hammerstockschlacke abgekühlt und die zuviel in demselben vorhandene wird zum Theil abgestochen und dann ein neuer Roheiseneinsatz gemacht. Sind an den Ofenwänden über dem Wasserkanal, namentlich an den Feuerbrücken und der Rückwand Vertiefungen ausgebrannt, so setzt sich Stahlmasse darin fest, die sich, wenn man sie nicht sogleich wegnimmt, in Frischeisen verwandelt und sich an den gußeisernen Wasserkanälen festsetzt und dann bei der Arbeit hinderlich wird.

Ist der Betrieb regelmäßig, so können in der 12stündigen Schicht 6 Chargen oder Sätze à 350 Pfd. Stahlberger weißstrahliges Rohstahleisen verpuddelt werden. Jeder Satz hat nachstehende Perioden:

vom Einsetzen bis zum Einschmelzen des Rohstahleisens	$^3/_4$	Stunden.
auf den Schlackenzusatz	$^1/_4$	„
auf das Garen	$^3/_4$	„
auf das Luppenmachen und die Reparatur des Ofens	$^1/_4$	„
zusammen	2	Stunden.

Sowohl das Zängen, als auch das Ausrecken der Luppen geschieht zu Lohe mittelst des oben erwähnten 700 Pfd. schweren Hammers, der einmal vorhanden ist und bei der geringen Production von 2500 Entr. jährlich auch ausreicht. Zu dem Ende packt man die Luppen vorn im Ofen mit einer Zange, läßt sie behutsam auf die Hüttensohle herab, damit sich keine

Brocken davon ablösen und bringt sie dann zum Hammer. Da es bei einem Wasserhammer Schwierigkeiten hat, die Zahl und die Stärke der Schläge zu reguliren, so darf man auch die ersten Schläge nach dem Inbetriebsetzen des Hammers nicht unmittelbar auf die weichen und rohen Luppen fallen lassen. Man legt daher eine noch glühende gezängte Luppe, oder einen hölzernen, mit Eisen gebundenen Hammer auf den Ambos und läßt auf diese die ersten Schläge fallen, die man am wenigsten in seiner Gewalt hat. Darauf wird der Schütz auf einen langsamern Gang gestellt, die Luppe nach jedesmaligen vier Schlägen umgewendet und so weit geschweißt, daß man sie aufsetzen kann; darauf wirft man sie wieder um und preßt durch mehre Schläge die Schlacken aus. Man setzt sie nun zum zweiten Male auf, gibt ihr wieder mehre Schläge, wirft sie um und zängt sie unter vollen Schlägen fertig. Wenn die Luppe bei den ersten Schlägen nicht gut schweißt, so muß sie einige Minuten in den Ofen zurückgebracht werden. Die zwei erst gezängten Luppen kommen sogleich in's Schweißfeuer, die übrigen aber werden unter Kohlenlösche gelegt, um rothglühend zu bleiben.

Zum **Ausschweißen** der Luppen wendet man, wie schon bemerkt wurde, überwölbte **Schweißfeuer** aus feuerfesten Steinen an und verwendet in denselben die beim Puddelofenbetriebe fallenden gröbern Rostkokes. Man erreicht in diesen Feuern die erforderliche Hitze und es reicht ein solches zur Verarbeitung sämmtlicher Luppen eines Puddelofens hin. — Luppen, die rauh, d. h. nicht gehörig gezängt sind, oder solche, die noch Schlacke enthalten, erfordern eine starke Schweißhitze; glatt gezängte und schon beim Zängen gut geschweißte und schlackenreine Luppen bedürfen dagegen nur einer starken Rothglühhitze, um in Quadratstäbe von 1 bis 1$^1/_2$ Zoll ausgeschmiedet zu werden.

Vor dem Einlegen der Luppen in das Feuer wird dasselbe bis zur Höhe der Herdplatte mit den sogen. Rostkokes angefüllt, welche in den beim Schweißen der frühern Luppen

zur Verschließung der Oeffnung rings um die Zangen benutzten und dabei zum großen Theil angebrannten Kohlen bestehen. Beide Luppen werden jede mit einer Wärmezange gefaßt, in horizontaler Richtung eingehalten, und es wird dann der Raum um die Zangen und Luppen auf der Herdplatte bis an's Gewölbe durch ein Gemenge von Rostkokes mit angefeuchteten Steinkohlen so verschlossen, daß nur ein Ritz bleibt. Der Windstrom des Geblases geht unter den Luppen durch in die bis über die Form liegenden Kohlen und entwickelt so eine starke Hitze; die Flamme tritt oben am Gewölbe durch die einzige Oeffnung des Feuers heraus und zieht von hier in die Esse. Um die Rostkokes vollständig zu verbrennen, ist ein starker Windstrom erforderlich. Die Oeffnung des Schweißfeuers muß so lange als möglich verschlossen bleiben. Glaubt man, daß die Luppen bald in Schweißhitze kommen, so macht man mit dem Lehmschäufelchen oben am Gewölbe etwas mehr Oeffnung, um die Luppen zu sehen. Müssen diese stark geschweißt werden, so wird gestoßener Lehm darauf gebracht, der bald zu Schlacken schmilzt und die Luppen gegen eine zu kräftige Einwirkung der Luft und Hitze schützt. Die Luppen müssen öfters umgewendet werden und es wird die der Form zunächst liegende zuerst warm. Nachdem man letztere mittels der großen Hohlzange unter den Hammer gebracht, rückt man die zweite an deren Platz, also nach der Form hin. Während die erste Luppe etwa zu $^1/_3$ der Länge unter dem Hammer in die Stabform (1 und $1^1/_2$ Zoll stark) ausgereckt wird, ist die zweite auch so warm geworden, um an derselben einen $1^1/_2$ bis 2 Fuß langen Zangengriff anzuschmieden. Beide Luppen werden nun in die kleine Hohlzange gefaßt und wieder eingehalten, wobei die Oeffnung wieder verschlossen wird. Von der Hitze der Luppe unterrichtet sich der Schweißer wie beim ersten Wärmen. Führt die Flamme Funken, so muß rasch Lehm aufgetragen werden, damit die Luppen, welche auch jetzt noch einige Male umzuwenden sind, gegen Verbrennen geschützt werden. Beide Luppen werden eben so nacheinander in 1 und $1^1/_2$ Zoll starke

Stäbe ausgereckt, wie vorher die Zangengriffe an dieselben gereckt wurden. Zuletzt wirft man sie, und zwar bei kirschrother Wärme, zur Härtung in kaltes Wasser, die sogen. Härte.

Waren die Luppen frisch oder noch roh, so thun sich dieselben gewöhnlich unter dem Hammer auf, d. h. sie bekommen gleich anfangs Risse, weil sie noch nicht völlig schweißbar sind. Sie müssen dann nochmals und so oft wieder eingehalten werden, bis sie unter leichten Schlägen schweißen und ausgereckt werden können; beides geschieht gewöhnlich in der Rothglühhitze.

Gegen Ende der Schicht werden die Stahlstäbe aus dem Wasser genommen und im Magazin in die 1. und 2. Sorte getrennt; sie werden nämlich mit den Händen auf einer eisernen Unterlage zerschlagen und wenn sie zerbrechen, zur 1., und wenn dieß nicht der Fall ist, zur 2. Sorte genommen. — Die im Ofen zurückgebliebenen Brocken werden im Laufe der Woche gesammelt und am Ende derselben im Puddelofen zusammengeschweißt; sie geben eine 3. Sorte und bestehen fast nur aus Stabeisen.

Ein Schweißfeuer hält gewöhnlich 3 bis 4 Wochen; man gebraucht in denselben kleine gußeiserne Blaseformen mit 2 Löchern, welche leicht ausgewechselt werden können und durchschnittlich 20 Wochen halten.

An Arbeitern sind beschäftigt: 2 Puddelmeister, 4 Puddler, 2 Zänger und 4 Schweißer, welche auch das Ausrecken des Stahls und die Reparatur des Gezähes besorgen, 2 Mann, Kohlenmesser und Gehülfe, zum Vorwiegen der Sätze, Messen und Vorlaufen der Steinkohlen, Transport des Stahls in das Magazin, Ausschlagen der Sorten und Magaziniren derselben; außerdem 2 Jungen zum Rättern der Rostkokes, Ausklauben und Zerschlagen der Schlacken 2c.; endlich ein Mann, jedoch nicht immer zur Reparatur des Ofens und Schweißfeuers; zusammen 17 Arbeiter.

Bei gutem Gange des Puddelofens werden in 24 Stunden 12 Chargen zu 350 Pfd., mithin 4200 Pfd. Rohstahleisen verarbeitet, woraus bei durchschnittlich 20 Procent Abgang

(davon 9 Procent beim Puddeln und 11 Procent beim Ausschweißen) 3360 Pfd. Puddelstahl erfolgen, und zwar durchschnittlich 78 Proc. in 1ster und 22 Proc. in 2. und 3. Sorte.

An Steinkohlen sind auf 100 Pfd. fertigen Puddelstahl erforderlich:

zum Puddeln	4,2 Tonnen
zum Schweißen der Luppen .	0,8 "
zusammen	5,0 Tonnen

(à $7^1/_2$ Rheinl. Kubikfuß oder etwa 4 Centner), wobei jedoch die beim Puddeln fallenden gröbern Rostkoks noch mit verbraucht werden.

Hr. Tunner, Director der k. k. montanistischen Lehranstalt zu Leoben, besuchte im Herbste 1854 die Westphälischen Stahlpuddelwerke und lieferte darüber in seinem „Berg- und hüttenmännischen Jahrbuche," Bd. VI., auf 1855, S. 293 ꝛc. einen längern Bericht, dem wir die nachstehenden Bemerkungen entnehmen. Er hat dabei besonders zwei Hütten, Gaisweide im Siegenschen und Haspe in Westphalen im Auge.

Die Seitenwände der Oefen werden, wie wir schon sahen, zur bessern Conservirung, da sie aus hohlem Gußeisen bestehen, entweder durch Wasser oder durch Luft abgekühlt. Der Luftzug wird dadurch bewirkt, daß der etwa 7 Zoll hohe und 4 Zoll breite Kanal mit dem, unter dem Herde befindlichen und zur gemeinschaftlichen, 135 Fuß hohen, Esse führenden Hauptkanal verbunden ist. Wenn mit Gasen gepuddelt wird, so ist es zweckmäßiger, die Luftkühlung durch einen Ventilator zu bewirken. Um die Böden gegen das Zerfressen durch dünnflüssige, rohe Schlacke abzukühlen, macht man sie zu Haspe nur 2 Zoll dick.

Zum Zängen der Stahlluppen ist ein Dampfhammer am zweckmäßigsten, indem man mit demselben anfangs, wenn die Luppen noch recht heiß sind, recht langsame Schläge geben, und dann mit stärkern fortfahren kann. Die gezängten Luppenstücke und Masseln kommen wieder in den Puddelofen zurück, erhalten dort bei geöffneter Klappe eine Hitze von etwa $^1/_2$ Stunde,

werden einmal in dem flüssigen Sandbade gewendet, und kommen, wenn sie gehörig ganz sind, zu den Walzen, während sie, wenn sie unganz ausgefallen, nochmals unter den Hammer und dann erst unter jene kommen. Unter den Walzen werden die Masseln mit etwa 8 quadratischen Kalibern zu Rohstahlstäben ausgewalzt, wenn man ihnen nicht sofort eine andere Form geben will. Die erstern werden sogleich in den Härtetrog geworfen. Zu Haspe, wo das Puddeln ohne Unterbrechung wieder mit einer neuen Charge fortgesetzt wird, bringt man die Masseln in Partien von 8 bis 10 Centnern in einen Schweiß- oder Wärmeofen, welcher wie ein Puddelofen eingerichtet ist, aber eine bis zur Arbeitsplatte erhöhete Schlackensohle hat. Diese erweicht sich, die Luppen erhalten durch Wenden auf derselben einen Ueberzug und gelangen nacheinander zu den Luppenwalzen.

Dünnere Stahlstäbe und besonders alle solche, die sogleich direct verwendet werden, kommen, nachdem sie durch die Streckwalzen gegangen, nochmals in einen gewöhnlichen Schweißofen mit Sandherd und erhalten eine zweite Hitze, die, obgleich höher als die erste, dennoch eine gelinde ist, da in einer scharfen der Stahl sogleich überhitzt und verdorben werden würde; gegerbt wird weder in Haspe noch in Gaisweiler.

Auf der letztern Hütte werden zu einer Stahlcharge 320 Preuß. Pfunde Nebeneisen und 80 Pfd. Spiegeleisen eingesetzt, und es werden in 13 zwölfstündigen Schichten, da nur am Sonntage nicht gearbeitet wird, mit 279 Ctr. Steinkohlen von der Ruhr, und 272 Ctr. Roheisen in 68 Chargen, 185 Ctr. 20 Pfd. Stahl und 32 Ctr. 85 Pfd. Eisen, in Summa 217 Ctr. 105 Pfd. erzeugt. Zu 100 Pfd. Stahl (und Eisen) sind daher 113,4 Pfd. Roheisen und 131 Pfd. Steinkohlen erforderlich. In der ersten Wochenschicht werden zuerst gewöhnlich einige Eisenchargen gemacht, um den Ofen anzuheizen; und im Verlauf der Woche werden zur leichtern Regulirung des Schlackenherdes ebenfalls noch einzelne Eisenchargen vorgenommen, wenn es erforderlich ist.

Vom rohen Puddelstahl, wie er in der ersten gelinden

Hitze ausgewalzt erhalten wird, kosten die 1000 Pfd. 45 bis 50 fl. C. M. auf der Hütte; das ordinaire Roheisen kostet 19 bis 20, das Spiegeleisen 24 fl. (jetzt October 1855 $26^1/_2$ fl.)

In Haspe, wo beständig fünf Puddelofen auf Stahl gehen, wird per Charge 350 Pfd. Holzkohlen-Roheisen, darunter $^1/_4$ bis $^1/_3$ Spiegeleisen beigesetzt, und es werden in 12 Stunden 8 Chargen gemacht. Beim Puddeln beträgt der Abbrand 7 bis 8, beim Hitzen der Luppen 4 bis 5, zusammen also, wie in Gaiswaide, 11 bis 13 Proc. Auch der Steinkohlenverbrauch ist derselbe; für feinere Stäbe, die einer nochmaligen Hitze bedürfen, vermehrt sich der Abbrand um 10 Proc. und der Preis steigt auf 55 bis 62 fl. — Der raffinirte Puddelstahl kostet 65 bis 80 fl., der Edelstahl, die beste Sorte des Schmelzstahls 66 fl.; der Mittelkühn, übereinstimmend mit dem steierschen Mock, unraffinirt 60 fl. Der rohe Puddelstahl ist daher um 30 bis 37 Proc. billiger, als der rohe Schmelzstahl.

Die Benutzung des Puddelstahls vermehrt sich immer, jedoch nicht zu Schneidewaaren, Klingen rc., eben so wenig zu Stahlwaaren, wie Feilen, verstahlten Zeugarbeiten rc., und eben so wenig zu Federn und Sägen, weil er dazu nur raffinirt verbraucht werden kann und man sich überzeugt hat, daß dazu gewisse Schmelzstahlsorten weit zweckmäßiger sind. Dagegen ist der Verbrauch zu nachstehend erwähnten Artikeln sehr bedeutend und steigt von Jahr zu Jahr.

Eine ziemlich bedeutende Puddelstahlmenge wird nämlich zu Blechen ausgewalzt, die zum Anfertigen der Stahlbeschläge verschiedener Galanterieartikel, z. B. der Geldtäschchen u. s. w. verwendet werden; ein neue und sehr beträchtliche Verwendung findet der Puddelstahl ferner als Material zur Fabrikation ordinärer Gußstahlartikel von großem Volum, z. B. großen Achsen, Kurbeln u. dgl. Eine der bedeutendsten und wichtigsten Verwendungen ist aber die zu Spurkranzreifen (Tyres), zu welchem Zweck auf dem großen Eisenwerke Hörde (bei Dortmund) 6 bis 8 und zu Haspe ebenfalls mehre Puddelöfen im Betriebe sind.

Das Verfahren bei der Fabrikation der Stahl-

tyres ist folgendes: die Luppen werden unter dem Dampfhammer in prismatische Stücke geformt, von denen bei einer Charge gewöhnlich nur das letzte Stück durch Härten und Brechen in Beziehung auf seine Beschaffenheit untersucht wird. Ist dieses genügend hart, so kann das bei den früher herausgenommenen Luppen um so mehr erwartet werden. Von diesen gezängten Stücken werden meist drei übereinander zu einem Schweißpaquete in den Ofen gebracht, unter dem Hammer zusammengeschweißt und abermals zu einem flachen Prisma ausgeschmiedet. Von diesen letztern kommen, je nach dem erforderlichen Gewichte, wieder zwei bis drei in ein Schweißpaquet, aus welchem sofort das Tyresstück erst geschmiedet, dann in gelinder Hitze zwischen Kaliberwalzen ausgewalzt, und nachdem die Enden abgesägt, gerollt wird. Bei der Packetirung und dem Rollen muß berücksichtigt werden, daß der beste Stahl in die Lauffläche der fertigen Bandagen zu liegen kommt. Obgleich der Puddelstahl durch das wiederholte Wärmen sehr viel von seiner ursprünglichen Härte verliert, so sind solche Kränze dennoch immer härter als die aus Puddeleisen verfertigten; wogegen aber der innere Theil durch die beträchtliche Härteabnahme gewöhnlich so weich ist, daß er nicht aus Eisen hergestellt zu werden braucht, zumal man bei der Packetirung leicht auf die innere Fläche recht weichen Stahl bringen kann, wie man ihn beim Puddeln oft genug erhält. — Auch zu Schienenköpfen, welche die Fahrbahn bilden, kann solcher weicher Stahl mit Vortheil angewendet werden.

Zu Haspe werden auch die Laschen, womit man die Enden der aneinanderstoßenden Schienen verbindet, aus Puddelstahl gewalzt, während man sonst nur weiches Puddeleisen dazu nimmt. Die stählernen bedürfen eines geringern Querschnittes als die eisernen und kosten daher weniger, da die gleiche Anzahl der erstern weit leichter ist als die der letztern. Das Lochen kann nur nach einem Ausglühen, jedoch kalt geschehen.

Die Art und Weise des Stahlpuddelns hat vor den verschiedenen Schmelzstahlfrischmethoden den wesentlichen Vortheil,

daß bei jenem durch geringe Abänderungen des Verfahrens härterer oder weicherer Stahl dargestellt werden kann. Ebenso kann man auch auf einem Mittelwege zwischen dem Stahl- und dem Eisenpuddeln körniges Eisen zum Weißblech, Draht, Gewehrläufen 2c. 2c. erzeugen.

Es kann daher an der Wichtigkeit des Puddelstahls nicht mehr gezweifelt werden, allein er wird für alle solche Zwecke, zu denen ein vorzüglich harter Stahl verlangt wird, den Schmelz- und Cementstahl nicht verdrängen können. Nach allen vorliegenden Erfahrungen ist der Puddelstahl nur dazu bestimmt, die weite Lücke zwischen dem steierschen und kärnthenschen, so wie anderm Schmelzstahl und dem weichen Puddeleisen auszufüllen, welches nur in mehren, jedoch nicht in allen Fällen mit dem Cementstahl geschehen kann. Um in jedem Falle das entsprechende Material zu haben, müssen alle drei Methoden der Stahlerzeugung ausgeführt werden, und in Westphalen, wo früher nur Schmelzstahl producirt wurde, ist dieß auch wirklich der Fall. Letzterer wird noch erzeugt, allein in viel geringerer Menge als früher, im Ganzen aber wird jetzt dort weit mehr Stahl producirt. Auch der Stahlverbrauch in den dortigen vielen Fabriken nimmt immer mehr zu, indem jetzt viele Artikel aus Stahl gemacht werden, die sonst nur aus Eisen verfertigt werden konnten, weil der Schmelz- und selbst der Cementstahl dazu entweder zu theuer oder zu hart waren.

In England hat man, obgleich die dortigen Roheisensorten kein so gutes Material für die Puddelstahlbereitung bilden, als das Siegen'sche und Steiermärker und Kärnthen'sche, aus Spatheisensteinen erblasene Spiegelroheisen in seinen verschiedenen Abänderungen, den Prozeß wiederholt versucht. Wir beschreiben das im Januar 1854 patentirte Verfahren von R. A. Brooman. Der Patentnehmer ist der Meinung, daß der bisher in Flammöfen bereitete Stahl nicht für alle Zwecke brauchbar sei, indem er nicht die nöthige Reinheit und Festigkeit habe. Der Grund davon wird darin gefunden, daß man bei der Stahlbereitung bloß Kirschrothhitze anwende, bei welcher

der Kiesel sich nicht hinreichend von dem Metall trenne, und auch die Schlacke nicht flüssig genug werde, um nachher genügend von dem Metall geschieden zu werden.

Nach dem von Brooman erfundenen Verfahren wird das Stahlpuddeln bei der stärksten erreichbaren Hitze, am besten Weißglühhitze oder doch Gelbglühhitze vorgenommen und gegen Ende des Prozesses kann die Hitze nicht zu hoch steigen. Arbeitet man mit Feineisen, so beginnt man, sobald die Schmelzung vollständig ist, die Masse umzurühren und fährt damit bis zum Ende des Prozesses fort. In die schmelzende Masse wirft man ein Pulver, welches aus $^2/_3$ Salz und $^1/_3$ Braunstein besteht; auf 380 — 400 Gewichtstheile im Schmelzen begriffenes Metall nimmt man etwa $3^1/_2$ Theile von diesem Pulver. Ist der Ofen gut im Gange, so steigt das Metall, was von der Wirkung des Sauerstoffs in dem Braunstein auf die Kohle des Eisens herrührt. Läßt das Steigen nach und zeigt das Metall beim Umrühren kein Funkensprühen mehr, so wird stärker gefeuert, um das nöthige Steigen und Aufblähen zu bewirken. Sprüht aber das Metall Funken, so ist die Masse noch roh und zu flüssig, und es muß alsdann die Essenklappe so lange geschlossen werden, bis das Eisen sich körnt. In der gesteigerten Hitze schmilzt das Metall nicht wieder, sondern wird mehr und mehr geschmeidig, weshalb man auch die Hitze noch mehr zu erhöhen sucht. Nachdem der mechanisch gebundene Kohlenstoff oxydirt ist, erfolgt dieß auch mit dem chemisch gebundenen, wobei die Masse gegen die Ofendecke steigt. Die Operation wird fortgeführt, bis das Eisen schweißbar wird und die Körner zusammenschweißen. Dann wird mit Umrühren aufgehört, die ganze Masse aber in der Mitte des Herdes zusammengearbeitet. Ist die ganze Masse gleichartig zusammengeschweißt, so ist der Prozeß beendigt, worauf man die Essenklappe verschließt und zum Luppenmachen schreitet, dann aber die Hitze wieder steigert. Die Luppen werden nun rasch unter den Zänghammer und zwischen die Walzen gebracht.

Bei Verarbeitung von weißem Roheisen wird, sobald die

Schmelzung eingetreten ist, kalte Schlacke auf den Herd geworfen, die Essenklappe geschlossen und das Rühren begonnen, damit das Metall rasch und regelmäßig gekörnt wird. Auf 380—400 Theile Eisen wirft man dann etwa $1\frac{1}{2}$ Theile von einem Pulver in den Ofen, welches aus $\frac{1}{3}$ Salz und $\frac{2}{3}$ Braunstein besteht. Die Essenklappe wird allmälig geöffnet, und die Hitze, so lange das körnige Metall nicht schmilzt, auf den höchsten Grad gesteigert. Man wirft dann noch $1\frac{3}{4}$ Theile von dem erwähnten Pulver in den Ofen und fährt mit dem Rühren ohne Unterbrechung fort. Sobald das körnige Metall bis zur Decke steigt, wird der Prozeß unterbrochen, und weiter verfahren, wie oben angegeben.

Zum fünften Capitel.

Brenn- oder Cementstahl-Bereitung.

Die beste Beschreibung des technischen Verfahrens bei der Cementstahlbereitung war bis jetzt die von dem Kaiserl. Franz. Oberbergingenieur und Professor Le Play in Paris, die wir auch auf S. 67 benutzt haben. Eine neuere und bessere Arbeit über den Gegenstand ist die, welche Hr. Director Tunner im IV. Bande seines Jahrbuchs, S. 113—154 bekannt gemacht hat und aus der wir das Nachstehende entnehmen.

Bei der Anlage einer Cementstahlhütte ist die Wahl des Orts wohl zu berücksichtigen, indem dabei die Herbeischaffung der nothwendigen Rohmaterialien, die zum Betriebe nöthigen Kräfte und die für das erzeugte Fabrikat vorhandenen und zu gewärtigenden Absatzwege in Betracht gezogen werden.

In Betreff der Rohmaterialien ist zuvörderst das zum Cementiren erforderliche Brennmaterial zu berücksichtigen. Für jeden Centner rohen Cementstahl bedarf man an lufttrocknem Fichtenholze 0,18 Wiener Klafter oder 300—350 Pfd., an

lufttrocknem Torf 225 — 275 Pfd., an Braunkohlen 150 bis 200 Pfd., an Steinkohlen 75 — 100 Pfd. In den meisten Fällen wird der rohe Cementstahl, ehe er in den Handel kommt, theils gegerbt, theils zu Gußstahl umgeschmolzen werden müssen. Zu diesen Raffinaten ist aber wieder Brennmaterial erforderlich, und zwar Holz- oder Torfkohle, Braun- oder Steinkohle, oder die Kokes von letztern, da Braunkohlenkokes nicht recht tauglich zur Erzielung eines hohen Hitzgrades sind.

Bei einer Cementstahlfabrik mit allen dem entsprechenden Raffinirzweigen, dürfte im Durchschnitt anzunehmen sein, daß für jeden Centner des producirten verkäuflichen Stahles, bei Holz 10, bei Torf $8^1/_2$, bei Braunkohle 6 und bei Steinkohle etwa 3 Ctr. Brennmaterial verbraucht werden. Es folgt hieraus, welcher große Antheil der Produktionskosten auf das nöthige Brennmaterial entfällt, und welchen großen Vorzug hierbei der mineralische Brennstoff vor dem vegetabilischen hat. Dieser Vorzug tritt hier um so mehr hervor, als die Qualität des Fabrikates durch die Verwendung des vegetabilischen Brennstoffes nichts gewinnen kann, wohl aber bei Benützung des mineralischen die ganze Fabrikation wesentlich erleichtert wird, und zwar in dem Maße mehr, als höhere Hitzgrade erforderlich sind.

Nach dem Brennmaterial ist das zu cementirende Stabeisen besonders zu berücksichtigen. Von den nöthigen Eigenschaften desselben redeten wir auf S. 89; eine richtige Auswahl des Stabeisens ist jedenfalls von der größten Wichtigkeit, indem davon vor allem die Qualität des erzeugten Stahles abhängt. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß nicht für alle zu producirende Stahlsorten das beste und zugleich theuerste Stabeisen zu verwenden ist. Bei einer größeren Stahlfabrik, die alle currenten Stahlgattungen erzeugt, werden die geringern Sorten den vorwiegenden Theil betragen, wozu ein geringeres, wohlfeileres Stabeisen verwendet werden kann und soll. So wird in England mehr als die Hälfte des producirten Cementstahles aus eigenem Puddeleisen, namentlich

aus den bessern Yorkshirer Sorten dargestellt, während für die vorzüglichsten Gußstahlsorten nur Stabeisen von Danemora, d. h. das beste schwedische, bei Holzkohlen in Herden gefrischte Stabeisen verwendet wird.

Die zum Cementpulver nöthigen Holzkohlen, wozu sich die an Kali reichern Laubholzkohlen, Birken, Eichen, Buchen u. dgl. besonders eignen, betragen auf den Centner Stahl gerechnet nur etwa $1/3$ — $1/2$ Kubikfuß oder 4 — 6 Pfd. Es wird daher deren Herbeischaffung keinen großen Einfluß auf die Lokalität der Stahlhütte haben.

Soll blos Cement- und Gerbstahl erzeugt werden, so hat das herbeizuschaffende feuerfeste Material keinen wesentlichen Einfluß auf das zu wählende Lokal. Soll dagegen Gußstahl producirt werden, so hat das feuerfeste Material zu Tiegeln und Oefen einen großen Einfluß. Zu jedem Centner Gußstahl sind $1\frac{1}{2}$ bis 3 Stück Tiegel erforderlich, zu deren Herstellung sammt Deckel und Untersatz 20 bis 40 Pfd. an frischem feuerfesten Thon und Graphit aufgehen und wozu überdieß für die öftern Reparaturen der Schmelzöfen noch einige Pfunde gerechnet werden müssen. In den meisten Steinkohlengebirgen findet sich auch mehr oder weniger feuerfester Thon, welcher, wenn auch nicht stets für sich allein, doch in größerer oder geringerer Menge mit anderen feuerfestern Materialien vermengt, benutzt werden kann.

Von geringem Belang sind die Baumaterialien, mehr zu beachten aber die localen Preise der Lebensmittel für die Arbeiter, nach denen sich die Arbeitslöhne richten müssen, welche $1/6$ — $1/3$ von den eigentlichen Fabrikkosten betragen können. — Die geeignetesten Gegenden zur Anlage von Cementstahlfabriken sind daher die Steinkohlenbecken.

Die zum Betriebe einer Cement-, Gerb- und Gußstahlhütte nöthigen Maschinenkräfte sind im Vergleich mit andern Zweigen des Eisenhüttengewerbes nicht bedeutend. Zur Erzeugung des rohen Cementstahles ist nur eine Scheere zum Abschneiden der zu cementirenden Stäbe auf die den Kisten ent-

sprechende Länge erforderlich. Zum weitern Raffiniren des Cementstahls sind jedoch Hämmer und für manche Stahlsorten, wie Bleche, Federn, Sägeblätter u. s. w. selbst Walzwerke erforderlich. Für die verschiedenen andern flachen, wie die quadratischen und runden Stahlstäbe hat man bis in die neueste Zeit, selbst in England, blos Schwanz- und Stirnhammer (man sehe die Figg. auf S. 61 — 63) angewendet. Erst in den letztern Jahren haben einzelne Stahlfabriken begonnen, aber immer noch in Verbindung von Hämmern, zum Ausrecken der Stahlkolben sich kalibrirter Walzen zu bedienen, wie wir sie auf S. 64 dieses Werks angewendet haben. Da in Deutschland eine derartige Stahlfabrik, welche 10,000 bis 20,000 Ctr. im Jahre erzeugt, zu den großartigen gehören wird, so ist gewiß, daß zu einer solchen 1 — 2 große und einige kleine Schwanzhämmer und höchstens zwei Walzgerüste vollkommen ausreichen würden. Zum Betriebe aller dieser Maschinen nebst einem Gebläse und einer Scheere, die natürlich nie alle gleichzeitig in Gang kommen, reicht eine Kraft von 20 bis 30 Pferden aus. In den meisten Localitäten wird diese verhältnißmäßig kleine Betriebskraft durch Wasser zu beschaffen sein, oder es ist höchstens eine einzige Dampfmaschine erforderlich.

Zur Anlage einer solchen Hütte sind 30 — 35,000 fl. zureichend; da aber die Anlage nach und nach gemacht werden kann, so bedarf man weit geringerer Mittel.

Was endlich die erforderlichen Absatzwege betrifft, so müßte bei einer derartigen Anlage auf die Nähe größerer Fabrikorte, besonders auf Maschinen- und Stahlwaaren-Fabriken, so wie auf die Nähe der wichtigern Eisenbahn- und Dampfschifflinien gesehen werden. Jeder Fabrikant weiß, welcher große Vortheil damit verbunden ist, wenn er sich mit dem Consumenten auf möglichst kurzem Wege schnell und oft verständigen kann. Bei einem neuen und insbesondere bei einem solchen Artikel, an den oft die verschiedenartigsten Ansprüche gemacht werden, wie beim Stahle häufig der Fall, ist dieses um so mehr von Belang. Zudem kommt noch, daß unsere Stahlconsumenten, wie die ver-

mittelnden Kaufleute, sich selten auf längere Zeit mit Vorräthen versehen, daher oft in die Lage kommen, daß ihnen alles daran gelegen sein muß, ihre Bestellungen möglichst schnell ausgeführt zu erhalten. Da größere Fabrikorte sich nur in fruchtbaren Ebenen erhalten können, so wird die Anlage der in Rede stehenden Stahlfabriken auch in dieser Rücksicht von den holzreichen Gebirgsgegenden ab-, hingegen den fruchtbaren Ebenen mit Steinkohlen zugewiesen werden müssen.

Bei der Anlage der Oefen dürfte Folgendes zu berücksichtigen sein: Der obere Rand der Kisten und die Oeffnungen in dem Ofengemäuer, durch welche die Stäbe ein- und ausgebracht werden, sollen nur 24—30 Zoll über der Hüttensohle gelegen sein, so daß einerseits das Ein- und Auspacken der Stäbe, und andererseits das Aufgeben des Brennmaterials mit der geringsten Mühe bewerkstelligt werden kann; denn darin besteht beim Cementiren nahezu die ganze Handarbeit.

Die Gestalt des innern Raumes eines Cementirofens, bedingt durch die prismatische Form der Kisten, muß im Grundriß gesehen, stets die eines Rechtecks sein. Diese Figur muß sofort auch das innere, feuerfeste Ofengemäuer im Grundrisse erhalten und sie erscheint selbst für das äußere Mauerwerk, das Rauhgemäuer, als die natürlichste Gestalt. In Deutschland und Schweden ist in der That die viereckige, nahezu quadratische Form im Grundrisse bei den Cementiröfen die gewöhnliche; in England dagegen bildet zwar das innere feuerfeste Gemäuer ein Viereck, das Rauhgemäuer aber erhält eine kreisrunde Gestalt. Es muß dasselbe einen solchen Durchmesser haben, daß der innere viereckige Raum davon umschlossen wird. Nach aufwärts wird dieses runde Gemäuer bis auf etwa 30 Zoll innern Durchmesser konisch zusammengezogen, und darauf eine circa 6 Fuß hohe, kreisrunde Esse gesetzt. Bei dieser Bauart ist im Grundrisse etwas mehr Raum, und im Ganzen mehr Mauerwerk erforderlich; dagegen sind diese konischen Thürme sehr dauerhaft, ohne irgend eine Verankerung nöthig zu machen. Die Gesammthöhe über dem Aschenfalle bis zur Mündung der

Esse beträgt in dem einen wie in dem andern Falle etwa 40 Fuß. — Muß man ökonomische Rücksichten nehmen, so wird das innere Mauerwerk blos mit einer 4—5 Zoll dicken Verkleidung aus feuerfestem Thon versehen.

Der schwierigste Theil beim Bau eines Cementofens sind die Kisten. In Zahl, Stellung und Dimensionen sollen dieselben, die stets eine prismatische Gestalt haben, so gewählt sein, daß sie die gleichförmige Erhitzung ihres Inhaltes in allen Theilen, wie die beste Benützung, der durch die Feuerung entwickelten Hitze möglichst fördern. Zugleich soll der innerste Raum, in Rücksicht auf das äußere Gemäuer, von der quadratischen Gestalt nicht zu sehr abweichen, und doch sollen für manche Artikel ziemlich lange Stäbe eingelegt werden können. Endlich soll das Laden und Entleeren der Kisten nicht mit zuviel Unbequemlichkeit für die dabei nöthige Stellung des Arbeiters verbunden sein.

Der Umstand, daß der innere Ofenraum überwölbt werden muß, und daß hiefür der nöthigen Dauer wegen füglich nur ein einfaches, ziemlich stark gespanntes Tonnengewölbe angewandt werden kann, führt auf drei Kisten, welche solchergestalt neben einander zu liegen kommen, daß die beiden äußern neben dem entlang laufenden Gewölbe der Feuerungsstätte, die mittlere aber über dem Feuergewölbe, um nahe einen Fuß höher situirt wäre. Wirklich hat man, namentlich in Schweden, Cementöfen mit drei Kisten, wobei eine Ersparung von Brennmaterial erzielt wird. Dessen ungeachtet ist man in der letzten Zeit, selbst in Schweden bei der Holzfeuerung, allenthalben zu zwei Kisten zurückgekehrt, welche Zahl in England, und überhaupt bei der Feuerung mit Steinkohlen, seit langer Zeit die allein übliche ist. Der Grund davon liegt ohne Zweifel darin, daß die mittlere Kiste zu stark auf das nothwendig durchbrochene Gewölbe der Feuerstätte drückt, öftere Reparaturen veranlaßt und es sehr schwer zu erreichen ist, daß die Mittelkiste gleich, besonders nicht stärker als die beiden Seitenkisten erhitzt wird.

In Beziehung auf die Dimensionen der Kisten muß zu-

vörderst über den räumlichen Inhalt derselben entschieden werden. Die Menge des zu einem Brande eingelegten Cementeisens variirt von 100 bis 500 Ctr. Das gewöhnlichste Quantum, selbst bei einer hohen Jahresproduction und dem Gebrauch mehrerer Oefen, ist jedoch 250—300 Ctr., so daß jede Kiste 125—150 Ctr. zu fassen vermag. Oefen, die 100—150 Ctr. aufnehmen können, sind wegen des verhältnißmäßigen Brennstoffaufwandes weniger günstig, können jedoch auf einer Hütte vortheilhaft sein, wenn öfters kleinere Quantitäten einer bestimmten, möglichst gleichförmigen Cementstahlsorte verlangt werden. Oefen, die bedeutend mehr als 300 Ctr. fassen, geben bei der längeren Brennzeit und ungleichern Erhitzung öfter Veranlassung zu einem mehr oder weniger mißlungenen Brande, Nachtheile, die durch einen etwas geringern Brennstoffaufwand nicht ersetzt werden.

Was ferner die Vertheilung der drei Dimensionen zur Erlangung des bestimmten kubischen Raumes betrifft, so ist zunächst kein Grund vorhanden, warum mit dem kleinern Vertikalschnitt (dem Querschnitt) der Kisten von der quadratischen Gestalt abgewichen werden soll, wenn anders eine gleichmäßige Vertheilung der Hitze im Ofen vorausgesetzt werden darf. Nachdem aber, wie wir weiter unten näher zeigen werden, nicht die ganze Höhe der Kiste zum Einlegen des Cementeisens benutzt werden kann, wie dieses bei der Breite der Fall ist, so soll die Höhe 3 bis 4 Zoll mehr betragen, als die Weite am obern Kistenrande, die nach abwärts nun 2 bis 3 Zoll kleiner wird, indem die Kistenwände zur Erzielung größerer Haltbarkeit am Boden stärker, als am obern Rande sind. Die Länge der Kisten soll wegen des äußern Ofengemäuers sammt Mantel und der leichtern Vertheilung der Hitze zur Breite derselben derart gewählt werden, daß der innere Raum des Ofens im Horizontalschnitt nahe ein Quadrat bildet; indessen wird meistens der Kistenlänge um 1 $^1/_2$—3 Fuß mehr ertheilt, und um dieses Mehr nach den zwei gegenüberliegenden Seiten das Ofengemäuer und die Füllung schwächer

gehalten, als an den beiden andern Seiten, wodurch das Aeußere des Rauchgemäuers auf allen 4 Seiten gleich lang wird, und der Essenmantel gleiche Seiten erhält. Man thut dieß um so lieber, weil sich solchergestalt die Zugänge zu den Heizungen und zum Innern des Ofens, auf den beiden gegenüberstehenden Seiten mit den schwächern Wänden, leichter anbringen lassen, und überhaupt eine verhältnißmäßig größere Kistenlänge den Vortheil gewährt, längere Stangen des Cementeisens einpacken zu können, was öfters sehr zu statten kömmt. Die Kisten noch länger zu machen, würde sowohl den Bau des äußern Ofens, als die gleichmäßige Vertheilung der Hitze in seinem Innern, überhaupt die Feuerung, das Nachschüren und Rostputzen außerordentlich erschweren. Am öftersten ist die Kistenlänge das 4—5fache von der Breite derselben, und nachdem ein Drittel des Kubikinhalts der Kisten auf die Ausfüllung durch die Masse des Cementeisens gerechnet werden kann, so ist hiernach die Bestimmung sämmtlicher Kistendimensionen ein Leichtes, wenn das Gewicht des Einsatzes an Cementeisen gegeben ist.

Wo sich feuerfeste Gesteine finden, aus denen sich mit nicht zu vieler Mühe größere, ebene Platten mit scharfen Rändern darstellen lassen und die bei wiederholter längerer Erhitzung und Abkühlung weder zerspringen, noch in Schalen zerfallen oder schwinden, da bieten diese das beste Material zu den Kisten. Manche zur plattenförmigen Absonderung geneigte, quarzig-thonige Sandsteine vereinigen alle diese Eigenschaften und man findet sie daher viel in den Stahlfabriken zu Sheffield. Schwieriger ist die Anfertigung künstlicher Thonsteine, Ziegel oder größerer Tafeln aus feuerfesten Materialien. Wo feuerfeste Ziegelsteine für Hohöfen, Puddel- und Schweißöfen erzeugt werden, hält es nicht so schwer, solche künstliche Platten zu erlangen, da die Hitze der Cementiröfen nicht so hoch und die Feuerbeständigkeit des Materials hinreichend ist. Dagegen hat die Darstellung größerer Tafeln, die weder springen noch bedeutend schwinden, besonders anfangs Schwierigkeiten. Man verfertigt solche große Ziegelsteine stets aus feuerfestem Thon-

mehl vermengt mit scharf gebranntem und wieder gepochtem, feuerfestem Thone, kurz aus ähnlicher Masse wie die Chamottesteine. Statt des gepochten und ziemlich fein gesiebten Thones kann allenfalls das Mehl von gepochten, guten Ziegeln angewendet werden, wenn letztere nicht zuviel Quarz enthalten, indem derselbe die Platten zu zerbrechlich und zu hart zum Behauen macht. Letzteres ist aber stets nothwendig, um die gebrannten Tafeln nach den genauen Dimensionen zu führen und vollkommen aneinander passend machen zu können. Das zweckmäßigste Verhältniß zwischen ungebranntem und gebranntem Thone schwankt im Allgemeinen von 1:1 bis 1:3, ist jedoch nach der größern oder geringern plastischen Eigenschaft des erstern verschieden, muß daher für jede Sorte zuvörderst auf empirischem Wege bei Probetafeln ermittelt werden. Im Schwindmaße der verschiedenen Thonarten ist, ganz abgesehen vom Mengungsverhältnisse mit gebranntem Thone, ein großer Unterschied, und nur selten hat der am meisten feuerfeste Thon zugleich das kleinste Schwindmaß. Jedenfalls müssen die Kistentafeln sehr gut und in einer sehr anhaltenden Hitze gebrannt werden, und dessen ungeachtet werden sie beim ersten Stahlbrande immer etwas mehr, als in der Folge schwinden.

Je größer die einzelnen Kistentafeln gemacht werden, desto weniger Fugen werden die Kisten haben müssen, allein um so mehr werden sich die einzelnen Fugen bei gleichem Schwindmaß aufthun. Außerdem sind große Tafeln so schwer, daß ihre Anfertigung sehr mühsam wird. Ein ähnliches Verhältniß findet bei den gefalzten Kistentafeln statt, welche umständlicher in der Anfertigung, besonders aber wegen ihrer ungleichen Stärke beim Falz sehr zum Zerspringen geneigt sind; wenigstens soll der in einander greifende Falz aus dem Grunde nicht mehr als 1 Zoll betragen. Die ganze Höhe der Kiste kann aus drei, wo man aber gute Ziegelfabriken hat, auch nur aus zwei Tafelreihen übereinander bestehen, bei denen aber dann ein Falz zweckmäßig ist. Die Länge der einzelnen Seitenwandtafeln muß dem Abstande der Mittel- und der Seitenpfeifen entsprechen,

weil nothwendig eine solche Anordnung getroffen werden muß, daß der Zusammenstoß der einzelnen Tafeln nach der Kistenlänge mit dem Mittel der einzelnen entsprechenden Mittel- und Seitenpfeiler zusammenfällt, damit die Fugen von diesen Pfeilern gedeckt bleiben. Der Boden der Kiste besteht der Breite nach am zweckmäßigsten aus zwei Tafelreihen, deren Zusammenstoß in der Mitte durch den darunter befindlichen, der Mitte nach entlang laufenden Bodenpfeiler gedeckt wird. Der Länge nach fallen die Fugen der Bodentafeln mit jenen der Seitentafeln in eine senkrechte Ebene und werden folglich von den, unter den Kisten querlaufenden Pfeilern gedeckt. Die meisten der Fugen sind demnach durch die den Kisten zur Auflage und Seitenbefestigung dienenden, aus feuerfesten Ziegelsteinen und Thonmörtel aufgeführten Pfeilern gedeckt; nur an den Kreuzungsstellen zwischen diesen Fugen und den Pfeilern bleiben erstere nach der Breite der Pfeiler ungedeckt. Man sollte erwarten, daß bei den Bodentafeln die Falze besonders nothwendig seien, indem von unten das Eindringen der Flamme oder der Luft am leichtesten erfolgen und am verderblichsten wirken müsse. Mit Zuhülfenahme anderweitiger Vorsichten, wie wir sie weiter unten beim Laden der Kiste kennen lernen werden, können aber auch ungefalzte Boden recht gut angewendet werden. Die Dicke der Tafeln beträgt am Boden 4—5 Zoll und nahe die gleiche Stärke erhalten die Seitentafeln der untern Reihe; für die obern Seitentafeln genügt eine Stärke von 2½ bis 3 Zoll.

Die zuletzt beschriebene Construction der Kisten ist die in Schweden übliche. In Westphalen, wo die Kisten ebenfalls aus Thonsteinen oder Ziegeln erbauet werden, wird mit noch kleinern Stücken vorgegangen. Der Boden besteht aus zwei dergestalt übereinander gelegten Ziegelsteinlagen, daß stets die Fugen der untern Lage von den Ziegeln der obern gedeckt werden. Die Größe der Ziegelsteine ist etwa die gewöhnliche, d. h. 3, 6 und 12 Zoll. Der aus zwei Lagen bestehende Boden fällt demnach 6 Zoll dick aus. Die Seitenwände der Kisten werden hierbei aus einer 6 Zoll starken Ziegelsteinmauer hergestellt.

Bei dieser Bauart sind blos 3—4 Mittelpfeifen vorhanden, welche den Abstand beider Kisten zu ihrer Breite und vermöge ihrer geringen Anzahl daher eine beträchtliche Länge erhalten. Aus dem Heizgewölbe mündet jedoch nur eine verhältnißmäßige kleine Oeffnung in diese großen Pfeifen. Letztere sind so groß, daß der Arbeiter beim Laden und Entleeren der Kisten sich in der Regel mit beiden Füßen in eine dieser Mittelpfeifen stellt, von welcher Stellung aus er am bequemsten nach der einen und der andern Kiste langen kann. Es gestattet diese Kisten-Construction deswegen die niedrigste Ueberwölbung des innern Raumes, wodurch der größere Brennmaterialaufwand, den diese Kisten veranlassen mögen, wieder ersetzt werden kann. Da die Anfertigung der großen Kistentafeln stets Schwierigkeiten hat, so ist diese westphälische Bauart als einfacher jedenfalls der schwedischen vorzuziehen.

Die einzelnen Kistentafeln oder Ziegelsteine werden durch Behauen und gegenseitiges Abschleifen möglichst genau aneinander gepaßt und es wird zu ihrer Vereinigung ein sehr dünner Thonbrei verwendet.

Die Feuerstätte eines Cementofens wird zunächst durch das zur Anwendung bestimmte Brennmaterial bedingt. Bisher hat man allerorts ausschließlich horizontale Röste angewendet und es wird dessen Gesammtlänge sachgemäß der Länge des innern Ofenraums gleich gemacht. Die Breite des Rostes, und desgleichen der Abstand von dem Kistenboden muß sich nach der Ofengröße überhaupt und insbesondere nach der bessern oder schlechtern Heizkraft und Flammbarkeit des Brennmaterials richten. Große Differenzen kommen indessen bei den Rostdimensionen nicht vor. Die Breite ist am häufigsten 12 bis 18 Zoll, welche sich in 15 Zoll darüber um etwa 4 Zoll erweitert, und in dieser Weite und Höhe mit dem nahe halbcylindrischen Heizgewölbe überdeckt ist. Die Wände der Feuerstätte, besonders über dem Heizgewölbe müssen aus sehr feuerfestem Material hergestellt sein. Die im Scheitel und den Seiten des Heizgewölbes angebrachten Flammöffnungen stehen

mit den entsprechenden Mittel- und Seiten- oder Bodenpfeifen in Verbindung.

Um zum Stahlbrennen statt der theurern Stückkohlen das wohlfeilere Kohlenklein von Stein- und Braunkohlen anwenden zu können, wurden auf der Mayr'schen Cementstahlhütte bei Leoben in Steiermark, wo man mit magern Braunkohlen feuern muß, der 2te und 3te Cementofen mit Treppenrosten eingerichtet. Als Schüröffnung dient hierbei die Mündung eines Trichters, der beim Brande stets mit Kohlen gefüllt erhalten wird und folglich dadurch auch einen Verschluß erhält. Die schiefe Länge, so wie die Breite der Treppenroste stimmt mit der Größe des horizontalen fast überein. Eine der wichtigsten Dimensionen ist hierbei die Höhe der Oeffnung, durch welche die Staubkohlen den Treppen entlang rollen müssen; zu ihrer Herstellung und längern Erhaltung ist, in genauen Abständen von den Treppen, ein gußeisernes Kühlrohr angebracht.

Bei den Oefen von mittlern Dimensionen, wie wir sie hier im Auge haben sind auf jeder langen Seite 3 Zugessen angebracht, welche den Zug aus dem Innern des Ofens nach dem Essenmantel und so fort zur Mündung der gemeinschaftlichen Esse bewirken. Es ist dies die gewöhnlichste Zahl, und nur in Schweden wendet man bei Oefen gleicher Größe auf jeder Seite 5 solcher Zugessen an. Bei den kleineren Oefen sind im Ganzen nur vier Zugessen, in jeder Ecke eine, angebracht. Zu Leoben und auch in andern deutschen Stahlhütten ist an der Mündung jeder dieser Zugessen ein Schieber angebracht, der von außen mittelst einer Stange, die durch das Mauerwerk des Mantels geht, beliebig gestellt werden kann. In England fehlen diese Schieber in der Regel; auch ist der Essenmantel mit keinem Zugang versehen, der für gewöhnlich mit einer Blechthüre, oder mit verlorner Mauerung verschlossen wird und dazu dient, um zur Untersuchung oder zu Reparaturen ins Innere des Mantels gelangen zu können. Bei solchen Oefen ohne Schieber muß die Regulirung des Zuges und dadurch die gleichmäßige Vertheilung der Hitze des Ofens während

des Brandes nur durch die Art und Weise des Schürens am horizontalen Rost bewerkstelligt werden. Jedenfalls gewähren die Schieber ein eben so einfaches als sicheres Mittel zur gleichmäßigen Erhitzung des Ofens und sollten daher nie fehlen.

Um beim Laden und Entleeren des Ofens in dessen Inneres gelangen zu können, sind auf den Seiten der Feuerstätten, im darüber befindlichen äußeren Rauhgemäuer, zwei überwölbte Räume ausgehalten, welche so groß sein müssen, daß sie nicht allein die eigentlichen Mannlöcher sondern auch noch mehre kleinere Oeffnungen aufnehmen können, die auch durch die Kistenwände reichen. Während des Brandes sind die Mannlöcher vermauert und zwar wird in dem deßfallsigen verlornen Mauerwerk eine größere Tafel miteingesetzt, in welcher das mit einem Pfropf geschlossene Spähloch angebracht ist, um durch dasselbe die innere Temperatur des Ofens von Zeit zu Zeit beobachten zu können. Links und rechts von dem Spähloch befinden sich zwei Oeffnungen, die zum bequemern Ein- und Ausbringen der Cementstäbe dienen. Andere kleine Oeffnungen dienen zum Ausziehen der Probestangen. Es ist jedoch nicht nothwendig, daß alle diese Oeffnungen auf beiden gegenüberliegenden Seiten angebracht werden, indem eine dieser beiden Seiten unzugänglich sein kann, und das Laden und Entleeren in der Regel nur von einer Seite aus bewerkstelligt werden wird. Von den Oeffnungen für die Probestangen ist überdieß öfter auf der einzigen zugänglichen Seite nur eine einzige vorhanden, daher nur von Einer Seite und aus Einer Kiste Probestangen gezogen werden können. Auf einer Cementstahlhütte, die schon seit längerer Zeit im regelmäßigen Betriebe ist, die Arbeiter folglich geübt sind und ihre Oefen genau kennen, ist die letztere Einrichtung zu empfehlen, weil sie einfacher ist, und außen weniger Abkühlung erleidet, und weil insbesonders bei den Oeffnungen für die Probestangen am öftersten eine Störung des Prozesses durch Luftzutritt in die Kisten erfolgen kann. Uebrigens haben zwei gegenüberliegende

Mannlöcher den Vortheil, daß die Abkühlung nach vollendetem Brande gleichförmiger und rascher erfolgt.

Cementöfen mit gemeinschaftlicher Esse sind unter andern in Westphalen zu treffen, und sie erscheinen bei kleinern Oefen, welche nur mit 4 innern Zugessen, eine in jeder Ecke, versehen sind, ganz zweckmäßig. Die für zwei solche Cementöfen gemeinschaftliche Esse befindet sich in der Mitte, indem die beiden Oefen auf zwei gegenüberliegenden Seiten der Esse angebauet sind. Aus den vier Ecken führen die Zugessen vom Innern des Ofens durch die Gewölbedicke in die Höhe, und werden über dem Gewölbe mit nahe horizontal laufenden Kanälen zur gemeinschaftlichen Hauptesse geführt. Vor dem Eintritt in diese ist jeder Kanal mit einem Ziegelschieber versehen, wodurch der Zug in jeder Ecke des Ofens nach Bedarf regulirt werden kann.

Hin und wieder hat man bei den Cementöfen auch bewegliche Kuppeln, wie bei den Silbertreibherden angewendet; allein so zweckmäßig sie auch sind, so geringen Beifall scheinen sie in der Praxis gefunden zu haben, und so ist es denn gekommen, daß sie sich in England nie verbreitet haben. Die größere und länger andauernde Hitze, wie der meist größere Flächenraum eines Cementofens, dem Silbertreibherde gegenüber, folglich das nothwendig stärkere, massivere Gewölbe bei jenen, mag die Hauptursache sein, warum diese an und für sich sehr zweckmäßig erscheinende Einrichtung bei den Cementöfen wenig Eingang gefunden hat. Bei Anwendung von Treppenröstcn und kleinern Oefen mit etwa 200 Ctr. Einsatz stellt sich ein, aus zwei gleichen Haupttheilen bestehendes bewegliches Gewölbe sehr empfehlend dar, und zu Leoben sollte ein solcher Ofen zur Ausführung kommen.

Bei der Wahl des zu c e m e n t i r e n d e n S t a b e i s e n s kömmt zuvörderst die Qualität in Betracht und sind dann die Dimensionen zu berücksichtigen. — In Betreff der Qualität sind erstens möglichste Reinheit von allen fremden Beimischungen, außer Kohle und Mangan, zweitens möglichste Dichtigkeit, drittens möglichste Gleichförmigkeit, die wesentlichsten Eigen-

schaften eines zu cementirenden guten Stabeisens. Muß man zu den feinern Gußstahlsorten dem Herdfrischeisen den Vorzug geben, so reicht dagegen für ordinären Cementstahl gutes Puddeleisen vollkommen; überhaupt muß nach der darzustellenden Qualität des Cementstahls ein besseres, theureres, oder ein geringeres, billiges Stabeisen verwendet werden.

Die Cementation muß an der Oberfläche des Eisenstabes beginnen, und von da, wie die Erfahrung zeigt, nur sehr langsam nach dem Innern vorschreiten. Zur Abkürzung der für die vollendete Cementation nöthigen Zeit müssen die zu cementirenden Stäbe im Verhältniß zu ihrem räumlichen Inhalte eine große Oberfläche, keine bedeutende Dicke haben. Zu dünn dürfen die einzelnen Stäbe jedoch nicht sein, weil je dünner sie sind, desto weniger davon in ein und dieselbe Kiste gepackt werden kann. Ueberdieß sind die Preise der Eisenstäbe, bei ein und derselben Eisenqualität, um so theurer, in je feinern Dimensionen sie verlangt werden. Vor allem jedoch muß bei Bestimmung der den Cementeisenstäben zu ertheilenden Dimensionen berücksichtigt werden, in welcher Gestalt der Cementstahl seine Verwendung finden soll. Wird er vor seiner Verwendung raffinirt, d. i. zu Gerb- oder Gußstahl umgewandelt, dann wird allerdings nur darauf zu sehen sein, daß die Stäbe eine solche Stärke erhalten, daß weder durch zu starke Stangen die Cementation zu sehr in die Länge gezogen, noch durch zu schwache das Fassungsvermögen der Kisten zu sehr vermindert und die Ankaufspreise zu sehr erhöhet werden. In diesem Falle hat die Praxis überall auf Eisenstäbe geführt, welche 2 bis 2½ Zoll breit, 6 bis 7 Linien dick, also innerhalb sehr enger Grenzen gelegen sind.

Soll dagegen der rohe Cementstahl, ohne eine Schweiß- oder Schmelzhitze zu erfahren, blos durch Ausrecken in starker Glühhitze zu jenen Dimensionen gebracht werden, in denen er Anwendung findet, wie das bei Federn, Sägeblättern, Blechen u. dergl. meistens der Fall ist, dann sind diese letztern maßgebend, wobei berücksichtigt werden muß, daß je mehr ein Stab

nach der Cemention bearbeitet werden mußte, je mehr sein Querschnitt vermindert wurde, desto mehr die Feinheit seines Kornes und seine Stärke unter übrigens gleichen Umständen zunimmt. Im Grunde genommen ist die mechanische Bearbeitung in guter Glühhitze ebenfalls ein Raffiniren des Stahls. Jedoch hat die Erfahrung bei der Cementation von sehr starken Stäben gelehrt, daß, soll die Cementati'n durchgreifen und nicht zu sehr ungleich ausfallen, hierbei wieder keine weite Grenze gelassen ist; indem $^5/_4$ bis höchstens $^6/_4$ Zoll Dicke als das Aeußerste in der Beziehung anzusehen ist, weil hierbei schon die Cementation fast die doppelte Zeit zu ihrem Durchdringen fordert. Allerdings kommt zuweilen eine größere Dicke unter den zu cementirenden Stücken vor, allein dann wird von vorn herein auf die Umwandlung in Stahl nach der ganzen Dicke verzichtet, indem auf das Zurückbleiben eines Kerns von Eisen gerechnet ist. Dieses tritt z. B. bei dem Materiale für die groben, großen Feilen und Raspeln ein, bei denen es nicht den geringsten Nachtheil hat, wenn in der Mitte weiches Eisen vorhanden ist. Selbst bei den großen Federn ist ein Eisenkern nichts Seltnes. Derlei Federn werden aus Eisenflammen erzeugt, welche nahe die Breite der fertigen Federn und die 2- bis 4fache Dicke haben. Für die Erzeugung quadratischer Cementstahlstäbe, wie z. B. den sogen. Kisten- und Fassel-Stahl, werden für die Cementation gleichfalls quadratische Eisenstäbe von 1 bis $^5/_4$ Zoll Stärke gewählt.

In Betreff der Länge der Stäbe wäre es am bequemsten, wenn jeder einzelne Stab um etwa 4 — 5 Zoll kürzer sein möchte, als die innere Kastenlänge, damit sich der Stab in der Hitze nach jeder Längenseite gegen 1 Zoll ausdehnen kann, und immer noch etwa 2 Zoll Füllung vom Cementpulver bleibt. Da es aber eine wesentliche Vertheuerung für die Anfertigung des Cementeisens ist, wenn jeder einzelne Stab genau die bestimmte Länge haben muß, so begnügt man sich in der Regel damit, möglichst viele Stäbe von der ganzen Länge und keine zu kurzen Stücke zu erhalten. Einzelne zu lange Stangen

werden auf die genaue Länge abgeschnitten, und die einzelnen kürzern Stücke sucht man unter sich so zu wählen und mit den Enden aneinander zu stoßen, daß sie nahe genug auf den erforderlichen Abstand von der Kistenwand sich zur ganzen Länge ergänzen. Zu diesem Abschneiden der Stäbe, und zwar in kaltem Zustande, soll eine Scheere vorhanden sein.

Ein nothwendiges Erforderniß in der äußern Gestalt der Cementeisenstäbe ist zudem noch, daß sie gerade, nicht verbogen sind, damit sie sich in horizontalen Lagen genau neben einander legen lassen, ohne sich an einzelnen Stellen zu berühren, oder zu weit von einander abzustehen. Nöthigen Falls müssen die Stäbe im kalten Zustande unter einem Hammer gerade gerichtet werden. An Stellen, wo sich die einzelnen Stäbe in der Kiste berühren, schweißen sie aneinander, und wo sie zuweit voneinander abstehen, ist der räumliche Inhalt der Kisten schlecht benützt, d. h. man kann bei übrigens gleichen Kosten weniger cementiren.

Als Cementpulver, womit die Eisenstäbe eingepackt werden und von dem sie ihren Kohlengehalt, der sie in Stahl verwandelt, erhalten, wird allerorts in der Hauptsache Holzkohle angewendet. Die Erfahrung hat gelehrt, daß hierbei die Holzkohle von Laubholz besser, wirksamer, als die der Nadelhölzer ist, welche im Großen zur Verkohlung gelangen, d. h. vornehmlich Fichten und Tannen. Erst in neuester Zeit hat man den Grund dafür indem größern Kaliumgehalte des erstgenannten Holzes erkannt, in dem das Kalium zur Bildung von Cyankalium Veranlassung giebt, und das Cyangas bekanntlich die Cementation, wenn nicht ausschließlich vermittelt, doch gewiß sehr befördert, und in dieser Beziehung energischer wirkt, als das Kohlenoxyd- und leichte Kohlenwasserstoff-Gas. Gleichzeitig ist jedoch auch die größere Dichtigkeit der aus Buchen, Eichen und Birken erzeugten Kohle, in Vergleich zu jener von Fichten und Tannen, nicht zu übersehen. Je dichter die Kohle ist, desto mehr Kohlenstoff ist in den gleichen Volumtheilen enthalten, und desto mehr gewährt dieselbe zugleich Schutz gegen

den störenden Einfluß der äußern unzersetzten Luft, welche niemals vollständig ausgeschlossen werden kann.

In Schweden wird hauptsächlich Birken-, in England Eichen- und in Westphalen Buchenholzkohle zum Cementpulver verwendet. Die Kohle wird zu dem Ende zerkleinert und gesiebt, so zwar, daß die größten Kohlenstückchen etwa $^1/_{10}$ Kubikzoll haben, das Meiste derselben aber kleiner, bis zur Pulverform herab ausfällt.

In der Regel wird dieses Holzkohlenklein nur soviel mit Wasser befeuchtet, daß beim Eintragen desselben das lästige Stauben vermieden wird, wodurch sich dasselbe zugleich dichter einbetten läßt. Aus den vorhin entwickelten Gründen ist jedoch zu empfehlen, besonders wenn sehr harter Cementstahl erzeugt werden soll, in dem zum Befeuchten angewendeten Wasser Pottasche und Kochsalz, etwa $^1/_2$ — 1 Procent vom Gewichte des Kohlenkleines aufzulösen. An manchen Orten pflegt man das Kohlenklein dem Volum nach mit mehren Procenten Holzkohlenasche zu vermengen, welche durch ihren Kalkgehalt wirkt und zugleich den Schutz gegen die äußere Luft vermehrt.

Wäre thierische Kohle zu billigen Preisen und in hinreichender Menge zu haben, so würde sich dieselbe ohne allen Zweifel sehr vortheilhaft verwenden lassen. Bekanntlich wird beim Härten der verschiedenen verstählten Zeugarbeiten, welche man besonders hart zu machen sucht, wie z. B. die Bahnen von Ambößen und Hämmern, der Stahl im dunkelglühenden Zustande mit Horn oder Klauen gerieben, bevor er zur Härtung kommt. Bei der Cementstahl-Fabrikation im Großen kann jedoch von diesen und ähnlichen Substanzen, wie Ferrocyankalium u. dgl., der zu großen Kosten wegen, wenig Anwendung gemacht werden.

Das schon einmal benutzte Cementpulver wird, mit einer vorwaltenden Menge von frischem vermengt, wieder angewendet. Es verliert jedoch durch den Gebrauch, aus leichteinzusehender Ursache, sehr wesentlich von seinem Kohlungsvermögen. Ungefähr die Hälfte des eingetragenen Pulvers geht ohnedieß

bei jedem Brande theils unmittelbar, theils mittelbar verloren. Ueberdieß wird das alte Cementpulver hauptsächlich zur untersten und obersten Lage, welche vielmal stärker, als alle andern sind, verwendet, und wenn es einmal dazu gedient hat, ganz beseitigt.

Ein neugebauter Cementofen muß zuvörderst einige Wochen bei langsam und zuletzt bis zur vollen Glühhitze gesteigerten Temperatur angewärmt werden, damit er langsam austrocknet, und um die etwas schlechten Kistentafeln sogleich auszuwechseln, überhaupt die Kisten, welche anfangs stets am meisten schadhaft werden, repariren zu können. Dabei sollen die Kisten aber nicht ganz leer gelassen, sondern im Innern wenigstens mit Ziegelsteinen ausgespreizt werden, weil sie außerdem nach Innen ausbiegen, in den Fugen stark aufthun, und einzelne Tafeln sogar hereinfallen können. Wenigstens 14 Tage soll auf dem Roste ein mäßiges Feuer unterhalten, dieses dann allmählig verstärkt und zuletzt einige Tage hindurch zur hellen Glühhitze gesteigert erhalten werden.

Der solchergestalt angewärmte Ofen muß dann sehr sorgfältig und langsam abgekühlt werden. Zu dem Ende wird in den letzten 12 Stunden der Feuerung der Rost nicht mehr geschürt; dann werden vorn und unter dem Roste alle Oeffnungen, durch welche Luft zutreten kann, verschlossen und verschmiert, selbst mit verlornem Mauerwerk, die Schieber der Zugessen ganz hereingeschoben, die Oeffnungen im Essenmantel aber frei gemacht. Nach etwa 2 Tagen, während welcher Zeit die im Innern nur mit Ziegelsteinen verspreizten Kisten aus der Glühhitze kommen, werden die Schieber und nach und nach alle Oeffnungen wieder aufgemacht.

Nach einem sorgfältigen Abwärmen wird außer den Kisten am ganzen Ofen kaum eine Reparatur vorkommen und jene werden sich auf ein frisches Verschmieren und Ausgießen mit Thonbrei, auf ein Auswechseln der zersprungenen und auf ein Aneinanderrücken und Verschmieren der stark geschwundenen Tafeln beschränken.

Nach der Reparatur der Kisten wird sogleich zum Laden

geschritten, zu welchem Ende sich ein Arbeiter in den Ofen begiebt, während ein anderer die verschiedenen Materialien zureicht. — Zuvörderst wird auf dem Boden der leeren und ausgeputzten Kisten eine nahe zolldicke Lage feuerfesten Thons ausgebreitet, deren Zweck es ist, daß im Falle einzelne Fugen der Bodentafeln sich aufthun, diese sofort durch das darüber befindliche Ziegelmehl wieder ausgefüllt werden. Darauf kommt eine bei $2\frac{1}{2}$ Zoll starke Lage Cementpulver, wozu allenfalls altes Cementpulver verwendet werden kann, welches blos zu oberst $\frac{1}{4}$ Zoll hoch mit frischem überzogen wird. Es erhält diese unterste Lage des Cementpulvers eine solche Stärke, damit jedes Eindringen von Luft von unten unmöglich wird. Damit jede einzelne Lage in ihrer ganzen Erstreckung genau von der beabsichtigten Stärke ausfällt, werden zwei Holzleisten von dieser Stärke auf den Kistenboden oder die Oberfläche der zuletzt eingetragenen Lage, nahe an beiden langen Seitenwänden und diesen parallel gelegt. Zwischen und zur Seite dieser prismatischen Leisten wird das Ziegelmehl oder Cementpulver aufgeschüttet und mit einem Streichscheite so angeglichen, daß die Oberfläche der Leisten und jene des eingetragenen Cementpulvers in eine Ebene fallen. Sodann werden die Leisten ausgehoben und der kleine von ihnen eingenommen gewesene Raum gleichfalls ausgefüllt, und darnach die ganze Lage des Cementpulvers mit dem Streichscheite dicht geklopft.

Auf die der Art vorbereitete Cementpulver-Schicht wird die erste Stabeisen-Lage gelegt, denn die meist flachen Stäbe werden gewöhnlich nebeneinander gelegt, weil sie so mit dem Cementpulver in näherer Berührung stehen, wogegen, wenn man sie auf die Holzkante stellt, dieß nicht der Fall ist, aber mehr Stäbe in eine Kiste gehen. Man giebt daher der erstern Methode den Vorzug. Die flach nebeneinander gelegten Stäbe läßt man an den langen Seitenwänden wenigstens $\frac{1}{2}$ Zoll, an den kurzen aber wenigstens $1\frac{1}{2}$ Zoll abstehen; in der Re- [illegible] wird jedoch etwas mehr Spielraum gelassen, vorzüglich an [illegible]urzen Seitenwänden, weil dort der äußere Luftzutritt am

schwierigsten abzuhalten, und ist in Folge dessen die Stabenden am meisten Ausschußstahl geben. Die neben einander gelegten Stäbe dürfen sich, wie schon gesagt, nirgends berühren.

Auf diese erste Cementeisen-Lage wird nur wenig Cementpulver geschüttet und es werden mit diesem durch Herumführen und Klopfen mit dem Streichscheite die Zwischenräume zwischen den einzelnen Stäben und hauptsächlich gegen die Kistenwände recht gut ausgefüllt. Dann folgt eine blos $^1/_2$ Zoll dicke Schicht des Cementpulvers, zu deren Herstellung quadratische, $^1/_2$ Zoll starke Leisten auf die Leisten auf die Eisenstäbe gelegt, und übrigens in der vorhin bezeichneten Weise vorgegangen wird. Auf diese Lage Kohlenpulver folgt wieder eine Schicht Eisenstäbe, mit all den früher angeführten Vorsichtsmaßregeln eingelegt; dann abermals eine $^1/_2$ zöllige Lage Cementpulver, und so abwechselnd in horizontalen Schichten fort, bis die Höhe der Oeffnungen für die Probestangen erreicht ist. Wenn verschiedene lange und vielleicht auch verschiedene breite Stäbe einzulegen sind, muß das Zusammenpressen der einzelnen Stücke zu einer ganzen Lage in der Kiste, vorerst außerhalb, auf einem gut geebnetem Platze der Hüttensohle geschehen, auf dem der horizontale Schnitt der Kiste genau verzeichnet ist. Von da weg werden die einzelnen Stäbe in der bestimmten Ordnung eingelegt, wobei sie genau passen, während man sonst oft beim Laden der Kisten erst lange versuchen muß.

Wenn nun die Höhe der Probestangen-Oeffnungen derart erreicht ist, daß die letzte Schicht Kohlenpulver einige Linien höher als der untere Rand dieser Oeffnungen liegt, so müssen die einzelnen Stäbe in der nun folgenden Lage so angeordnet werden, daß ein mittlerer Stab in seiner Richtung mit dieser Oeffnung zusammentrifft, und ein 3 bis 5 Fuß langes Stück muß dergestalt eingelegt werden, daß es mit dem einen Ende etwa 15 Zoll durch diese Oeffnungen aus der Kiste hervorsteht. Um seiner Zeit dieses vorstehende Ende der Probestange, wie dieses Stück genannt wird, wegen des Herausziehens bequem fassen zu können, ist es zu empfehlen, den Rand des

vorstehenden Endes vor dem Einlegen zu lochen, so daß er mittelst eines Hakens bequem herausgezogen werden kann. Uebrigens erfolgt das Einlegen dieser Stäbe gänzlich so wie das der vorhergehenden, es folgt darauf wieder eine fast $^1/_2$ zöllige Schicht von Kohlenpulver. In der hierauf folgenden Lage von Cementstäben wird abermals eine Probestange gelegt, so daß in einer Oeffnung zwei Probestangen übereinander und Cementpulver dazwischen, zu liegen kommen. Dann folgen gewöhnlich noch zwei Lagen von Eisenstäben mit Cementpulver, natürlich ohne Probestangen, und darüber wird dann wieder eine etwa 3 Zoll starke Pulverschicht aufgetragen, deren Oberfläche bis auf ohngefähr 1 Zoll unter dem Kistenrande reicht. Man sucht durch diese dicke Pulverschicht, die zum Theil aus schon gebrauchtem, so wie aus Thon- oder Ziegelmehl bestehen kann, die äußere Luft abzuhalten.

Ueber diese Schicht kommt nun ein Verschluß, um während des Brandes und der Abkehlung die Luft absolut abhalten zu können. In England macht man einen Mörtelüberzug, der in Sheffield z. B. aus dem Schlamm von den Schleifsteinen, oder selbst aus dem Straßenkothe des dortigen sehr quarzreichen Steinpflasters besteht. Dieser Mörtel hat einen solchen Grad der Strengflüssigkeit, daß er in der Hitze der Cementiröfen zwar weich, aber nicht flüssig wird. An den Rändern wird diese Mörtellage etwa 2, in der Mitte aber wohl 5 Zoll stark aufgetragen. In Schweden macht man die oberste Cementpulver-Lage nur 2 Zoll stark, trägt darauf eine 2 Zoll starke Thonmehlschicht und auf diese eine in der Mitte dickere Thonmörtelschicht, der endlich noch feuerfestes Thon- oder Ziegelmehl folgt. Letzteres hat den Zweck, die in der erweichten Schicht des Thonmörtels beim Erkalten entstandenen Sprünge wieder auszufüllen. In Westphalen wird über der obersten Lage des Cementpulvers ein Pflaster von Ziegelsteinen, durch lose nebeneinander gelegte und angepaßte Stücke hergestellt, wobei jedoch die Oberfläche dieser etwa 2 Zoll dicken Steine noch 1—2 Zoll vom Kistenrande absteht. Hierauf wird feiner, gut rölliger

Quarzsand in einer solchen Form aufgeschüttet, daß er an den Rändern 2, in der Mitte aber 8—10 Zoll hoch ist. Dieser Sand rollt in die feinsten Fugen, sinkt mit dem während des Brandes um mehre Zolle niedergehenden Inhalte der Kiste sehr leicht nieder, ist nach beendigtem Brande beim Oeffnen der Kiste über den Ziegeln leicht wieder weggeschafft, und kann beim nächsten Brande abermals verwendet werden.

Von diesen verschiedenen Methoden ist die in Westphalen angewendete die einfachste und den sichersten Schluß veranlassende, bei der auch die Kistenränder am wenigsten leiden, welches bei den übrigen Methoden durch sich ansetzende halbverschlackte Mörtel- oder Thonmassen, beim Oeffnen der Kisten, mehr oder weniger der Fall ist. Zweckmäßig ist es, das Laden der Kiste unter öfterm Abwechseln oder bei beiden zugleich vorzunehmen, damit sie nahe gleichzeitig gefüllt werden, um jeden einseitigen Druck zu vermeiden, den eine mit 200 Ctr. und mehr beladene Kiste ausüben muß. Dasselbe gilt auch vom Entleeren der Kisten.

Ist die Kiste geladen, so wird der Rost nebst den Pfeifen gereinigt und die Oeffnungen für die Probestangen von Außen mit Asche fest ausgestampft, so weit die Enden der Probestangen reichen, weiter heraus aber werden diese Oeffnungen mit Thon und zuletzt mit einem passenden Ziegelstück geschlossen, und mit Thonmörtel verschmiert. Das Ausstampfen mit Asche schließt gut, und doch bleibt die Asche so locker, daß die Probestangen seiner Zeit leicht ausgezogen werden können. Die Ein- und Austragsöffnungen werden mit Ziegelstücken und Thonmörtel, und die Mannlöcher mit verlorner Mauerung und der eingesetzten größern Tafel mit dem Spähloche, endlich letzteres mit dem Propfen geschlossen. In diesem Zustande ist der Ofen zum Anfeuern bereit.

Bei einem neuerbauten Ofen muß das Anfeuern, ohnerachtet des vorangegangenen Anwärmens, sehr sorgfältig bewirkt werden; sind die Kisten durch den öftern Gebrauch aber schon ordentlich durchgebrannt und zum Theil verglast, dann kann

gleich mit vollem Feuer begonnen werden, um den Ofen früher in die zur Cementation erforderliche Temperatur zu bringen. Bei den Oefen mit horizontalen Rosten pflegt die Hitze in den mittlern Theilen über dem Roste am meisten zu wachsen, daher Anfangs dahin getrachtet werden muß, das Feuer auf den Rosten in den vordern Theilen zu erhalten. Dadurch erwärmt sich das Mauerwerk in den vordern Seiten zuerst, Zug und Hitze begeben sich mehr dahin, und die vordern Theile der Kisten können sich leicht auf beiden Seiten ihrer Länge nach ausdehnen. Aus diesem Grunde werden die Schieber auf den Zugessen in den 4 Ecken zuerst auf 2 und dann auf 3 und nach 24—36 Stunden auf etwa 3½ bis 4 Zoll geöffnet, während die auf den mittlern Zugessen immer nur etwa 1, mindestens ½ Zoll weniger weit aufgemacht werden.

Bei dem sorgfältigen Anwärmen eines neuen Ofens dauert es 2 bis 3 Tage, bis derselbe nebst den geladenen Kisten die volle Hitze erlangt hat. Wenn aber, wie es bei ältern Oefen und erprobt guten Kisten der Fall ist, gleich mit voller Feuerung begonnen werden kann, so hat der Ofen schon nach 24, höchstens 36 Stunden seine volle Hitze. Je rascher der Ofen in die Hitze kommt, desto geringer wird der Brennmaterialaufwand sein, nicht allein weil die Cementation früher beginnt, sondern auch weil so lange der Ofen nicht in Hitze ist, die Verbrennung von vielem Rauche begleitet ist. Hat ein Ofen einmal die erwünschte Temperatur erlangt, so muß die ganze Aufmerksamkeit des Stahlbrenners dahin gerichtet sein, dieselbe im ganzen Ofen gleichmäßig zu erhalten, indem davon die Gleichartigkeit des Stahls großentheils abhängt.

Das wesentlichste Mittel zur Regulirung der Hitze ist das Schüren. Bei horizontalen Rösten kann selbst die Stärke der Brennmaterialschicht nach Bedarf an verschiedenen Stellen verschieden gemacht werden. Bei Treppenrosten ist dieß nicht gut ausführbar, und in der Regel wird auch auf horizontalen Rösten eine überall gleich starke Schicht von 6—9 Zoll unterhalten. Sehr gewöhnlich wird dagegen die jedesmal erwünschte

Vertheilung der Flamme durch das verschiedene Lüften zwischen den einzelnen Roststäben, und in den verschiedenen Abtheilungen der ganzen Rostfläche bewerkstelligt. Bei horizontalen Röften und ziemlich aschenreichen Steinkohlen ist dieses Mittel allein nahe ausreichend; dagegen bei Holzfeuerung und noch mehr bei Treppenrosten, die sich nur auf den kleinern Theil der Fläche unter den Kisten direct erstrecken, ist dieses Mittel zwar von Wichtigkeit, für sich allein aber nicht genügend, sondern dazu müssen die Zugessen mit Schiebern versehen sein, durch deren verschiedene Stellung die Flamme mehr nach den Enden oder nach der Mitte gebracht werden kann. Durch fleißiges Beobachten der Ofenhitze bei den Spählöchern muß der Stahlbrenner sich in steter Kenntniß derselben erhalten, um bei Zeiten die nöthige Nachhülfe anwenden zu können. Je mehr das Brennmaterial am Roste zusammengebrannt ist, desto deutlicher kann die Ofenhitze beobachtet werden. In der rauchigen Flamme, wie sie gleich nach dem Aufgeben einer frischen Parthie des Brennmaterials sich einstellt, kann man im Innern des Ofens nichts klar sehen. Bei Treppenrosten, wo durch das Selbstnachrollen gleichsam ein beständiges Nachschüren stattfindet, kann man deshalb nie scharf beobachten, wenn nicht für mehre Minuten das Nachrollen dadurch aufgehoben wird, daß man über der obersten Treppe ein Eisenblech bis unter das gegenüberliegende Kühlrohr vorschiebt, das zu dem Ende von Zeit zu Zeit geschehen soll und beim Reinigen des Rosts geschehen muß.

Je unreiner das Brennmaterial, desto mehr wird der Rost verstopft, desto öfter muß das Reinigen vorgenommen werden. Bei Holz und sehr reinem Torf wird ein eigentliches Rostputzen gar nicht vorkommen, indem sich keine Rostschlacke bildet, daher nur ein zeitweises Lüften nach Bedarf vorzunehmen ist. Bei Steinkohlen dagegen soll es nie länger als 6 Stunden unterbleiben, weil es sonst bei aller möglichen Beschleunigung doch zu lange dauert, wodurch der Ofen sehr merklich abkühlt, und die der Feuerstätte zunächst gelegenen Kistentafeln leicht

Sprünge bekommen. Treppenroste sind unter gleichen Umständen leichter und schneller gereinigt, als horizontale; und ebenso ist das Nachschüren bei erstern eigentlich blos durch ein öfteres Füllen des trichterförmigen Behälters bestehend, um vieles leichter und doch regelmäßiger. Bei horizontalen Rosten soll also alle $^1/_2$ längstens $^3/_4$ Stunden nachgeschürt werden, um keine zu merklichen Schwankungen in der Hitze zu erhalten und selbst um Brennmaterial zu sparen. Beim Reinigen des Rosts soll der Zutritt der äußern kalten Luft bestmöglichst abgehalten, und zu dem Zwecke sollen die Oeffnungen vor und unter dem Roste soviel als thunlich geschlossen gehalten werden. Sehr zu empfehlen ist dabei das Schließen der Schieber über den Zugessen in der Mitte und an der betreffenden Seite, indem nie gleichzeitig von zwei Seiten das Rostreinigen vorgenommen, sondern eine Seite dabei absichtlich mit Brennmaterial gut gefüllt erhalten wird, damit die Abkühlung weniger merkbar ausfällt.

Im Durchschnitt genommen dürfte die zum Cementiren angewendete Temperatur des Ofens mit der zum völligen Schmelzen des Kupfers erforderlichen Hitze am richtigsten bezeichnet sein. Allein man cementirt in verschiedenen Temperaturen, je nach der Qualität des darzustellenden Stahles. Ein je härterer Stahl producirt werden soll, desto höher muß die Temperatur innerhalb der Grenzen der mehr oder weniger hellen Glühhitze gehalten werden. Wird der Ofen in einer guten Glühhitze erhalten, bei der das Kupfer aber noch nicht zum Schmelzen kommt, so werden vielleicht 9 Tage erforderlich sein, bis die Cementation durch die ganze Dicke der Stäbe von gewöhnlichen Dimensionen gedrungen ist; wogegen der Prozeß unter sonst ungeänderten Verhältnissen aber bei einer Hitze, in welcher das Kupfer rasch zum Schmelzen gelangt, in 6 Tagen beendet sein kann, und zugleich ein härterer Stahl erlangt wird. Zwar fällt der Stahl, wenn die Cementation einmal durchgedrungen ist und noch fort gefeuert wird, ebenfalls härter aus, so wie im Falle dickere oder dünnere Stäbe gleichzeitig

eingelegt worden sind, letztere einen härtern Stahl geben; allein zur Bereitung des härtesten Stahles muß jedenfalls eine hohe Temperatur angewandt werden. An und für sich wird es der Zeit- und Brennmaterial-Ersparniß wegen vortheilhafter sein, mit starker Glühhitze vorzugehen, nur darf dieselbe nicht zu einer solchen Höhe getrieben werden, daß selbst Roheisen zum Schmelzen gebracht würde, weil in diesem Falle der Metallinhalt der Kisten endlich wirklich zu Roheisen zusammenschmelzen müßte. Nur wenn absichtlich nach weicherem Stahl getrachtet wird und das Entstehen der Blasen an der Oberfläche des Cementstahles möglichst vermieden werden soll, dann wird absichtlich in niedriger Temperatur cementirt. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist anzunehmen, daß von zwei in gleichem Grade cementirten Stangen, wovon die eine bei mäßiger, aber viel länger anhaltender Cementhitze dargestellt wurde, als die andere, erstere unter übrigens gleichen Umständen gleichförmiger ist, worüber es jedoch an bestimmten Erfahrungen fehlt. Zugleich folgt hieraus, daß es um so wichtiger sein wird, eine möglichst gleichförmige Temperatur im ganzen Ofen und während der ganzen Cementation zu erhalten, je mehr Gleichförmigkeit in dem dargestellten Cementstahl erzielt werden soll.

Ein Stahlbrenner, der seinen Ofen schon genau kennt, weiß nach dem Verlauf des Prozesses zu jeder Zeit ziemlich genau, wie weit die Cementation vorgeschritten, wann sie demnach in das erwünschte Stadium getreten sein wird. Eine ganze 12stündige Schicht früher, als dieß zu erwarten ist, wird zum Ausziehen der ersten Probestange geschritten.

Zu dem Ende wird von der auszuziehenden Probestange der Thonmörtel, das eingesetzte Ziegelstück und endlich selbst der Thon bis zur Aschenverstampfung, womit die Oeffnungen der Probestangen geschlossen worden sind, herausgenommen. Nun wird noch die Asche so weit weggekratzt, daß das durchlochte Ende einer Probestange zum Vorschein kömmt, worin sofort eine Zugstange eingehakt werden kann. In der Regel müssen zwei Mann ziehen, um die Stange vorerst zu lockern

und ein Stück heraus zu bringen, weil sie am innern Kistenrande durch das Nachsitzen des ganzen Inhalts gewöhnlich etwas gebogen wird, und darum fester sitzt. Ist die Stange einmal locker, so wird sie schnell ganz herausgezogen, ein Stück davon abgeschnitten und dünner ausgeschmiedet, während der übrige Theil im Wasser abgekühlt wird. So wie die Stange aus der Oeffnung heraus ist, wird letztere rasch mit in Bereitschaft gehaltener Asche, dann mit Thon und endlich wieder mit einem Ziegelstück und Mörtel, möglichst gut gegen allen Luftzutritt abgeschlossen.

Der im Wasser abgekühlte, gehärtete Theil der Probestange wird kalt gebrochen, und läßt am Bruche deutlich erkennen, wie weit die Cementation eingedrungen ist. Die in Stahl umgewandelten, äußeren Partien zeigen eine blättrige, matte, lichtgraue Bruchfläche, während der noch aus Eisen bestehende Kern grobkörnig, lichter und glänzender, kurz völlig umgeändert erscheint. Noch schärfer tritt der Unterschied an dem dünner ausgeschmiedeten und dann ebenfalls gehärteten und gebrochenen Stücke der Probestange hervor. In diesem erscheint die zu Stahl gewordene Partie mit dem eigenthümlichen, feinen, matten Stahlkern, während die Eisenpartie licht, grobkörnig oder fasrig ist, und die Grenze zwischen beiden sehr scharf erkannt werden kann. Je weiter die Stahlbildung vorgeschritten ist, desto leichter erfolgt natürlich das Brechen der gehärteten Stücke bei der ganzen Stange, wie bei dem überschmiedeten Theile derselben.

Seltne Ausnahmen abgerechnet, wird immer gefordert, daß die Stahlbildung bei den gewöhnlichen Dimensionen der Stäbe nach beendetem Brande ganz durchgedrungen, der ganze Stab in Stahl umgewandelt sei. Bei den Folgerungen nach dem Aussehen der Probestange muß jedoch berücksichtigt werden, daß nach beendeter Feuerung die Cementation im Innern noch 6 bis 12 Stunden fortschreitet.

Wenn gleich die ausgezogene Probestange nicht ganz dem erwarteten Fortschritt der Cementation entsprechen sollte, so ge-

währt sie doch jedenfalls von diesem Zeitabschnitte der Cementation an ein sicheres Anhalten zur weitern Beurtheilung. Oft wird die zweite Probestange gar nicht ausgezogen, in der Regel aber 12 Stunden nach der ersten. War die erst gezogene Probestange jedoch bedeutend unter dem erwarteten Stadium, so kann mit dem Ausziehen der zweiten entsprechend länger, etwa 24 Stunden gewartet werden. Ein Bedürfniß nach mehr als zwei Probestangen ist eine Seltenheit und kommt nur bei unkundigen Stahlbrennern, oder einer besondern Eisenhärte, oder einem neuen Ofen allenfalls vor.

Manche Stahlbrenner pflegen in der letzten Schicht der Feuerung absichtlich eine sehr hohe Temperatur durch stärkeres Feuern herbeizuführen, allein es kann dies nicht gut sein und ist nur dann zu entschuldigen, wenn man überhaupt Noth hat, den Ofen in die nöthige Hitze zu bringen. Zwar wird die Temperatur im Allgemeinen mit der Dauer des Brandes etwas steigen, weil sich der Ofen mehr erhitzt und der Zug verstärkt, wenn nicht, was häufig unterbleibt, absichtlich Vorkehrungen dagegen getroffen werden; allein ein solches allmähliges und für keinen Fall sehr bedeutendes Steigern der Hitze hat so gut seine Nach- als Vortheile. Die ganze Dauer der Feuerung kann zwischen 6 und 12 Tagen schwanken, je nach der Temperatur und der beabsichtigten Stahlqualität.

Gegen das Ende des Feuerns wird der Rost nicht mehr gereinigt, damit er sich stark verstopft und dadurch der Luftzug gehemmt wird. Ist nun ein Sinken der Temperatur im Ofen zu erkennen, so wird zum gänzlichen Abschließen alles Luftzuges geschritten, in derselben Art und Weise, wie dieses bereits weiter oben angegeben worden ist. Zur gänzlichen Abkühlung des Ofens, so daß er entleert werden kann, sind mindestens 8 Tage erforderlich.

Bei einem regelrechten Verlauf der Cementation erscheint der Kisteninhalt mit dem obersten Verschluß in allen Theilen gleichmäßig um einige Zolle gesunken. Hat eine oder die andere Stelle in der Kiste Luft bekommen, so wurde dort das Cement-

pulver verbrannt, und in Folge davon entsteht daselbst an der Oberfläche eine große Vertiefung. Noch deutlicher wird dies ersichtlich, wenn vorerst die Thonkruste oder Sandhülle und Ziegellage bis auf die oberste Schicht des Cementpulvers fortgenommen ist. Die Verbrennung des Cementpulvers erscheint am häufigsten an den schmalen Seitenwänden, an den Stirnen der Kisten, vorzüglich gern in der Nähe der Probestangenöffnung und hier bisweilen in dem Maaß verbrannt, daß die bloßen Stangenenden zum Vorschein kommen.

Das Ausladen der Kisten wird, ganz ähnlich wie das Laden, Lage für Lage, Kohlenpulver und Cementstahlstangen für sich genommen, ausgeführt. Zuletzt werden die Kisten rein ausgefegt und wegen etwaiger Reparatur genau untersucht.

Durch die Cementation ist nun schon das äußere Ansehen der Stäbe wesentlich verändert; die früher glänzende, glatte Oberfläche ist matt und rauh geworden, einzelne Kohlenstückchen haben sich in der nothwendig weich gewordenen Stahlmasse etwas eingedrückt, und bei sehr hartem Stahle erscheinen die Kanten theilweis abgerundet, zum Beweise, daß sie der beginnenden Schmelzhitze nahe waren. Die auffallendste Aenderung wird jedoch durch das Auftreten mehrer Blasen bewirkt, welche von der Größe eines halben Hanfkorns bis zu der einer flach gedrückten halben Nuß, einzelne bisweilen auch noch größer über der Oberfläche zerstreut erscheinen. Nach dieser Erscheinung wird der Cementstahl auch wohl Blasenstahl genannt. Je härter der Stahl gebrannt wurde, desto mehr stellen sich die Blasen ein und je kleiner und gleichförmiger sie über die ganze Oberfläche zerstreut sind, desto besser pflegt die Qualität des Stahls zu sein. Längenrisse, besonders in größerer Menge und Erstreckung, sind ein Zeichen schlechter Qualität. An Stellen, wo Luft zugetreten ist, setzt sich an der Oberfläche zuerst ein rothes Häutchen von Eisenoxyd an; bei längerm Zutritt der Luft bildet sich dagegen ein förmlicher, bisweilen sehr dicker Glühspan. An solchen Stellen ist der vielleicht schon

gebildet gewesene Stahl stets wieder zerstört, in weiches bis verbranntes Eisen umgewandelt worden.

Nicht weniger als das Aeußere wird das Innere der Cementstäbe durch die Cementation verändert. Die Festigkeit und Geschmeidigkeit, wodurch das gute Cementeisen sich auszeichnet, sind nach der Cementation in dem Maße weniger vorhanden, in dem der Stahl mehr gebrannt wurde. Stark gebrannte Stäbe sind in solchem Grade spröde, daß sie durch leichte Schläge in kleine Stücke zerschlagen werden können. Im Querbruch erscheint die Textur, die Farbe und der Glanz völlig verändert, und zwar je härter der Stab gebrannt ist, eine desto mehr grobblättrige Textur hat sich eingestellt, die Farbe entfernt sich sehr von der ursprünglichen bläulichen und geht in ein graulisches Weiß mit einem Stich ins Gelbe über. Der Glanz ist nur sehr gering, indem die einzelnen Flächen der Blätter nicht glatt, sondern rauh bis deutlich körnig oder feinschuppig sind. Diese Texturverschiedenheiten im Bruche des rohen Cementstahles bieten ein gutes Mittel, seinen Härtegrad zu beurtheilen und dadurch ein genaueres Sortiment vorzunehmen. Bei weniger dichtem Cementeisen bemerkt man nach der Cementation, wie an der Oberfläche, so in der Bruchfläche öfters an ganze Stellen, welche gewöhnlich parallel der größern Dimensionen der Fläche laufen.

Ein genaues Sortiren des rohen Cementstahls ist für die weitere Verwendung desselben von großer Wichtigkeit. Das Oberflächenansehen wird besonders dann als Anhaltspunkt dienen, wenn ein öfteres Zerbrechen der Stäbe der weitern Verwendung hinderlich wäre, z. B. bei Federn, welche in bestimmten Dimensionen hergestellt werden müssen. Sicherer ist jedoch die Beurtheilung nach der Bruchfläche. Die Dauer und der Hitzgrad und das nähere Anhalten dafür in dem Aussehen der Probestangen geben allerdings ein leichtes und zuverlässiges Mittel, den ganzen Stahlbrand härter oder weicher zu machen, allein sie machen das Sortiren jeder einzelnen Stange, und nach den Umständen bei diesen wieder in verschiedenen Längen,

nicht unnöthig. Es ist nicht möglich zu erreichen, daß die unterste, mittlere und oberste Lage in den Kisten die Cementation stets in gleichem Grade erlangen sollten, wovon man sich am besten überzeugen kann, wenn Lage für Lage eingewogen und nach der Cementation dagegen wieder ausgewogen wird, um die Gewichtszunahme jeder einzelnen Lage kennen zu lernen, die von $^1/_2$ bis 1 Procent verschieden ist, wenn sie im Durchschnitt $^3/_4$ Procent des eingewogenen Stabeisens beträgt. Die mittlern Lagen nehmen in der Regel am meisten zu, wofür der Grund in der gleichen und länger andauernden Hitze, wie in dem Umstande liegen muß, daß die mittlern Lagen dem störenden Einfluß der unzersetzten, atmosphärischen Luft am wenigsten ausgesetzt sind, denn ganz entgangen sind sie demselben auch nicht.

Bei etwas genauer Sortirung wird $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Procent des erzeugten Stahls als Stahl unbrauchbar, und seine beste Verwendung gewöhnlich darin finden, daß man ihn als unterste oder oberste Lage nochmals cementirt. Bei schlechten, besonders aber bei neuen Kisten ist ein Ausschuß von 2 — 3 — 5 Procent nicht zu vermeiden.

Das Arbeitspersonal für einen Cementirofen beträgt zwei Mann, die sich in 12stündigen Schichten ablösen, beim Laden und Entleeren des Ofens aber zusammen arbeiten und noch einen Tagelöhner zur Hülfe haben. — Die von einem Brand zum andern verstreichende Zeit kann bei schwunghaftem Betrieb im Durchschnitt zu 21 Tagen angenommen werden. Davon sind zum Laden und Verschließen des Ofens 2, zur Feuerung $7^1/_2$, zur Abkühlung $9^1/_2$ und zum Ausladen nebst den gewöhnlichen Kistenreparaturen 2 Tage gerechnet. Werden nun mit einem gewöhnlichen Ofen in einem Jahre 15 Brände gemacht, wobei auf Feiertage und außerordentliche Störungen 7 Wochen abgerechnet werden, so kann man in dieser Zeit recht gut 4000 Ctr. verkäuflichen Stahl erzeugen. Zu diesem Quantum sind 3970 Ctr. Stabeisen erforderlich, und die Productions=

kosten stellen sich bei nicht besonders günstigen Verhältnissen, in Oesterreich, folgendermaßen dar:

a)	8000 Ctr. Braunkohlen, vorzüglich Gries- und Staubkohlen à Ctr. loco Hütte 12 kr.	1600	fl.
b)	170 Fassel Holzkohlenklein à 1 fl. . .	170	„
c)	3 Arbeiter zu 300, 250 u. 200 fl. Jahreslohn	750	„
d)	Reparatur der Oefen und Gezähe . .	100	„
e)	An Fuhrlöhnen verschiedener Art . .	50	„
f)	10% Zinsen von 4000 fl. Anlagekapital .	400	„
g)	5% Zinsen von 8000 fl. Betriebskapital .	400	„
h)	Generalkosten.	830	„
	Summa	4300	fl.
	Davon 30 Ctr. Mehrgewicht des rohen Stahles à Ctr. 10 fl.	300	„
	verbleiben Conv.-Münze	4000	fl.

oder auf 1 Ctr. 1 fl. Die Kosten werden beim Betriebe mehrer Oefen wesentlich sinken; überhaupt soll das Obige auch nur zum Anhalten für ähnliche Berechnungen als Formular dienen.

In der Regel ist der rohe Cementstahl noch nicht als Kaufmannswaare zu betrachten, weil er in dieser unansehnlichen Gestalt ohne weitere Vorbereitung zu verwenden ist. Ohne von der Verwandlung des Cementstahls in Gerb- und Gußstahl hier reden zu wollen, indem wir davon bereits weiter oben S. S. 44 ꝛc., 106 ꝛc. gehandelt haben und von der Gußstahlfabrikation auch noch weiter unten ergänzend reden werden, soll hier schließlich nur derjenigen Umgestaltungen gedacht werden, welche mit dem rohen Cementstahl bloß durch mechanische Bearbeitung in entsprechenden Glühhitzen vorkommen, um ihn für gewisse Zwecke als Handelswaare darzustellen. Gerade in dieser Beziehung hat der Cementstahl vor dem Schmelzstahle einen recht augenfälligen Vortheil.

Bringt man den rohen Cementstahl in eine angehende Weißglühhitze d. h. in fast dieselbe Temperatur, bei welcher er erzeugt worden ist, und unterwirft man ihn in derselben einer

mechanischen Bearbeitung mit Hämmern oder Walzen, so verschwinden alle unganzen Stellen, welche er bei der Cementation erlangt hat; von den Blasen der rohen Stangen bleibt keine Spur zurück. War jedoch das zur Cementation verwendete Stabeisen unganz oder ungesund, wie sich die Arbeiter ausdrücken, so werden die Ungänze durch die Bearbeitung nicht gänzlich beseitigt werden können, ja zum Theil sogar noch mehr hervortreten. Zu gleicher Zeit wird durch diese mechanische Bearbeitung die Textur des Cementstahls völlig umgeändert, indem er ein feines, gleiches Korn, und mit diesem eine entsprechende Festigkeit erlangt. Es tritt diese vortheilhafte Umänderung in dem Grade mehr hervor, je mehr er in angemessener Temperatur mechanisch bearbeitet, zu einem um so kleinern Querschnitt gebracht worden ist.

Soll die mechanische Bearbeitung unter Hämmern geschehen, so wird die Erhitzung sehr zweckmäßig in Wärmfeuern vorgenommen, deren bekannte verschiedenartige Einrichtung hier keiner nähern Beschreibung bedarf.

In den meisten Fällen vortheilhafter ist die Bearbeitung unter den Walzen, und kann ein fabrikmäßiger Betrieb ohne diese nicht wohl durchgeführt werden. Für alle flachen Stäbe, also einschließlich der Federn, empfehlen sich hierbei die verstellbaren Kaliberwalzen mit verschiedener Breite der Kaliber am meisten. Dazu sind Flammglühöfen nothwendig, am zweckmäßigsten wie sie bei der Blechfabrikation angewendet werden. Damit die Stahlstangen in diesen Oefen von der oxydirenden Einwirkung der mit unzersetzter Luft vermischten Flamme möglichst geschützt bleiben, wendet man entweder Rostherde an, wo die Stäbe unmittelbar auf die vorher abgeflammten Steinkohlen zu liegen kommen; oder es wird auf dem, vom Roste aus erhitzten, gewöhnlichen Ziegelherd eine Partie Steinkohlen abgeflammt, um die hiernach eingetragenen Stahlstäbe, von der solchergestalt erhaltenen Gluth umgeben, vor der Flamme schützen zu können. Oft begnügt man sich damit, vor dem Eintragen der zu erhitzenden Stäbe eine Partie der abge-

flammten Steinkohlen vom Roste auf den Herd zu schaffen, worauf jener wieder mit frischem Brennmaterial nachgeschürt wird. Insbesondere wird auf diese Weise auch der nöthige Schutz gegen den Zutritt der äußern Luft durch die Arbeitsöffnungen hervorgebracht.

Nach der letztern Methode werden in England und in den vereinigten Staaten Nordamerika's alle Jahre viele tausend Centner Federn, Sägeblätter, Stahlbleche und ordinäre Stahlstäbe verschiedener Dimensionen erzeugt. Der Stahlabbrand beträgt hierbei nur 4 — 6 Procent. Die sonstigen Abfälle, als Enden u. dgl., der Brennmaterialaufwand, die Löhnungen ꝛc. sind von den Ausfällen beim Walzen des Stabeisens zu ähnlichen Dimensionen wenig verschieden. Im Durchschnitt lassen sich die dießfallsigen Gesammtkosten, den Stahlabbrand mit inbegriffen, um 100 Pfd. f rtige Waare aus dem rohen Cementstahl zu erzeugen, etwa auf 1 ½ fl. Conv.-Münze annehmen, wenn anders ein fabrikmäßiger Betrieb durchgeführt werden kann.

Ein ganz eigenthümliches Verfahren bei der Cementstahlbereitung hat Sam. Lucas, Stahlhüttenmann zu Sheffield, im **Repertory of Patent-Inventions** und daraus im Polytechnischen Journal, Bd. 136, S. 145 ꝛc. beschrieben. Dieses Verfahren besteht darin, Stabeisen lagenweis in einen Stahlofen so einzulegen, daß zwischen die Stäbe Schichten eines Gemenges von zerkleinertem Eiserérz, Braunstein und Holzkohlenpulver kommen. Dadurch wird nicht allein das Stabeisen, sondern auch das Eisenerz in Stahl verwandelt, letzteres jedoch nur ein unreines Material zur weitern Verarbeitung gebend. Statt des Eisenerzes können auch verrostete Eisenfeil- und Drehspäne angewendet werden. — Ueber die Resultate dieser englischen Erfindung fehlt es uns an Nachrichten.

Zum sechsten Capitel.

Gussstahl-Bereitung.

Ueber verbesserte Einrichtung der Oefen und Gießereivorrichtungen bei der Gußstahlfabrikation haben die Stahlfabrikanten James Jackson u. Sohn zu St. Surrin-sur-l'Isle im IX. Bande der Publication industrielle und daraus im Polytechnischen Journal, Bd. 134, S. 206—215, eine sehr tüchtige Arbeit mit guten Abbildungen geliefert, die sehr beachtet zu werden verdient, zumal in dieser Beziehung bei den Gußstahlfabrikanten noch viel Geheimnißkrämerei herrscht. Indem wir hier auf die Quelle verweisen, die ohne größere Figuren keines eigentlichen Auszugs fähig ist, bemerken wir, daß die Verbesserungen Jacksons, auf die er in Frankreich patentirt ist, hauptsächlich in Folgendem bestehen:

1. In der eigenthümlichen Einrichtung doppelter Schmelzöfen, von denen jeder nur eine Esse und einen Aschenfall hat und mit denen man auch einen Dampfkessel verbinden kann, der zur Speisung einer Maschine benutzt werden kann, welche Hammer, Walzwerk ꝛc. betreibt.

2. In einer Vorrichtung, einfache oder doppelte Oefen mit heißer oder mit kalter Luft zu speisen, je nachdem es das Bedürfniß erfordert.

3. In der Anwendung derselben Oefen, jedoch mit solchen Einrichtungen, daß große Gewichtsmengen von Stahl darin geschmolzen werden können.

4. Endlich in der Benutzung geringerer Brennmaterialien, wie gewöhnlicher Steinkohlen und Anthracit, statt der Koaks.

Durch diese Einrichtung wird es möglich, Massen von 20 bis 30 Ctr. Gewicht zu gießen. — Um das Schmelzen des Stahls zu beschleunigen und um Steinkohlen, Anthracit ꝛc. anwenden zu können, wenden die Herren Jackson auch Gebläsewind an, den sie unter den Rost einführen. Durch die Doppel-

öfen erlangen daher die Erfinder wohlfeilere Construction, Beschleunigung und Erleichterung des Betriebes, Brennmaterial- und Arbeitslohn-Ersparung, Verminderung und Verbesserung der Producte.

Die Patentnehmer wenden auch sehr große Tiegel an, die eine bedeutende Stahlmenge aufnehmen, der geschmolzen durch eine unten angebrachte Oeffnung abgelassen wird. — Endlich haben sie auch Oefen, von denen jeder 4—6 Tiegel aufnimmt, die zusammen ausgegossen Stücke von 800 bis 1000 Pfd. geben.

Unter den deutschen Gußstahlfabriken ist die von Friedr. Krupp zu Essen in Westphalen ohnstreitig die erste; sie hat aber seit Jahren bereits Gegenstände geliefert, die bis jetzt noch keiner englischen Fabrik gelungen sind, d. h. einen Block — jetzt Herbst 1855 noch auf der Pariser Gewerbeausstellung — von 10,700 Pfd. Cölnisch Gewicht, 12- und 16pfündige Geschütze.

Die Preuß. amtliche Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen vom Jahre 1855 sagt über diese Fabrik Nachstehendes: „Sie lieferte (1854) fast die Hälfte der überhaupt in Preußen dargestellten Gußstahlmenge. Es sind dort 63 Schmelz-, 37 Glüh-, 1 Cement- und 8 Hitzöfen, dann 6 Dampfmaschinen, 4 Dampf- und 2 andere Hämmer, 30 Schmiedeessen, 21 Drehbänke, 2 Hobelmaschinen, 6 Friesbänke, 3 Bohrmaschinen und 10 Schleifbänke im Gange. Die Production bestand 1854 in 25,000 Ctr. Gußstahl mit einem Geldwerth von 425,000 Thlrn. meist in Stangen, Eisenbahnwagenachsen, Locomotiven und Schiffsdampfmaschinen, zu Eisenbahnwagenfedern und zu Maschinentheilen aller Art bestimmt. Die Fabrik beschäftigt 525 Arbeiter, hat einen weit über die europäischen Länder hinausgehenden Ruf, indem ihre Fabrikate nicht allein nach England, sondern auch nach Amerika gehen. Im Jahre 1855 dürfte sich die Production auf ein weit höheres Quantum belaufen. — Als Rohstoff dient theils cementirtes schwedisches und deutsches Schmiedeeisen, theils Rohstahl, insbesondere Müsener Edel- und auch Puddelstahl.

Sehr bemerkenswerth ist die von dem Engländer Heath erfundene Verbesserung der Gußstahlfabrikation, welche (Berg- und hüttenmännische Zeit. 1854, S. 223) im Wesentlichen darin besteht, daß man den Stahl mit etwa 1 Procent und selbst weniger Mangancarburet schmilzt. Setzt man die Mischung zugleich mit dem Stahl in den Ofen, so findet sich nach einer vollen Hitze der Stahl nur agglutinirt, doch nicht geschmolzen, und das Mangancarburet am Boden des Tiegels. Wird hingegen das Carburet dem schon geschmolzenen Stahl hinzugefügt und dann die Temperatur so weit erniedrigt, daß der Stahl in einen teigartigen Zustand kommt, so findet sich die Manganverbindung in Kugeln auf der Oberfläche des Stahls. Und daraus geht hervor, daß sich in jedem Fall das Carburet bilden wird, zu welcher Periode man auch das Mangan und Carbon in den Tiegel geben mag, und dieses influirt auf den flüssigen Stahl. Man darf jedoch nicht erst die Kohle und später das Mangan aufgeben und umgekehrt, da in beiden Fällen das Mangan durch den Tiegel schmelzen und den Stahl mit sich ziehen würde.

Heath gelangte zu seiner Entdeckung bei den Versuchen, englisches Eisen mit Mangan zu verbinden, um dasselbe dem schwedischen gleich zu machen, und die durch die Materialien bedingten Schwierigkeiten führten ihn dahin, das Mangancarburet, welches früher nur in kleinen Partien bekannt war, in größern Quantitäten darzustellen, welchen Zweck er durch Theer vollkommen erreichte. Bei Anwendung dieses Kohlenmangans zur Verbesserung des Stahls ergab sich, daß eine nur geringe Quantität für den Zweck ausreichend sei, und daraus entstand ein Zweifel über die Bildung der beabsichtigten Legirung, welcher denn auch durch Analysen gerechtfertigt wurde, indem diese nicht die geringste Spur Mangan in dem verbesserten Stahl nachweisen; ja es gibt sogar sehr manganhaltiges Eisen, das nur geringen, oft selbst rothbrüchigen Gußstahl ergiebt, aber durch Erfahrung ist bewiesen, daß der Rothbruch durch Kohlen=

mangan auch aus solchem Eisen entfernt werden kann, das schon mit Mangan gesättigt ist.

Der Patentträger nimmt nun an, daß das Mangan, indem es durch seine Verbindung mit Kohle eine beharrende Existenz erlangt hat, fähig wäre, auf die im Stahl befindlichen, sehr fein zertheilten Partikelchen von Erden und Eisenoxyd zu wirken, und durch Entfernung dieser die höhere Cohäsion des Gußstahls bewirke, welche die vorzüglichste Charakteristik des Gebrauchs von Mangancarburet ist. Er betrachtet es als ein Reinigungsmittel, eine Ansicht, die mit der Benutzung des Mangans in geringen Quantitäten, z. B. in der Glasfabrikation sehr verträglich ist. Hiermit steht noch im Einklange die Wirkung des mit Carburet geschmolzenen Stahls auf die Tiegel, indem dieselben an den Stellen, welche mit der Oberfläche der schmelzenden Masse in Berührung kommen, zerfressen werden, und dieß ist Beweis, daß, obgleich die große Verwandtschaft des Mangans zu Erden durch seine Verbindung mit Carbon vermindert ist, sie doch augenscheinlich noch besteht und sowohl auf die Erden des Stahls als die des Tiegels einwirkt.

Die Folgen dieser Entdeckung des Mangancarburets sind von großem Belang. Vor seiner Anwendung war die Erzeugung von Gußstahl auf bestimmte Sorten Stabeisen beschränkt, die, wenn cementirt und geschmolzen, ein Product ergaben, das bei einer gewissen Hitze ausgereckt werden konnte, und nur einige wenige Qualitäten schwedischen Eisens ergaben Gußstahl, der mit Vorsicht wie sogen. Shear-Stahl geschweißt werden konnte. Andere Sorten von demselben Eisen konnten bei niedriger Temperatur zu Stäben ausgereckt werden, die aber nur mit Anwendung von Borax in geringer Hitze zu schweißen waren. Das meiste schwedische Eisen indessen ergab Gußstahl, der bei keiner Temperatur in zusammenhängende, dichte Stäbe auszurecken gewesen war, und solchen aus gewöhnlichem Koaks- oder Holzkohleneisen zu erzeugen, war vollkommen unmöglich. Durch den Proceß nun ergibt gewöhnliches schwedisches Eisen zu 4$^{5}/_{6}$ Rthlr. der Centner vollkommenen schweiß-

baren Gußstahl und das gewöhnlichste Holzkohleneisen, und viele der bessern Sorten Koakseisen ergeben Gußstahl, welcher gut zu hämmern ist und so viel Hitze bei der Bearbeitung erträgt, als für Gußstahl gewöhnlich erforderlich ist. Daher folgt, daß in den meisten Fällen jetzt besserer Stahl aus Eisen für $5^1/_2$ Rthlr. der Ctr. darzustellen, als früher aus dem besten Dannemoraeisen für $12^1/_3$ Rthlr., während außerdem tausend neue Anwendungen, für welche Gußstahl früher unmöglich war, einen ungemein großen und noch beständig wachsenden Bedarf erzeugt haben.

Wir erwähnten schon weiter oben der Oefen der Herren Jackson zur Aufnahme mehrerer Tiegel; schließlich müssen wir nun noch des Versuchs erwähnen, den Herr Director Tunner auf dem v. Friedau'schen Werke bei Mautern in Steiermark angestellt und in der „Oesterreichischen Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen", 1854, Nr. 50 kurz beschrieben hat, um Gußstahl in Gasflammöfen bei Verwendung mit Braunkohlenklein zu schmelzen.

Es wurden zu dem Versuche weicher und harter Cementstahl, vier Tiegel und ein sonst zum Eisenschweißen und Stahlgerben benutzter Gasflammofen verwendet, so wie er bereits 1840 von Hrn. v. Scheuchenstuel vorgerichtet worden ist und der mit Braunkohlenklein gefeuert wird. Da der Ofen für die gewöhnliche Höhe der Gußstahltiegel zu niedrig war, so mußten die Tiegel um mehre Zolle kürzer gemacht werden und konnten nur 20 Pfd. jeder aufnehmen. Die geringe Höhe des Ofenraums über dem Herde machte es ferner unthunlich, sich durch Sondirung von dem erfolgten Schmelzen des Tiegelinhaltes zu überzeugen, ehe noch derselbe herausgenommen worden war. Der Herd hatte übrigens Raum zu 12 Tiegeln.

Es wurden zuerst 2 Tiegel eingesetzt; die Hitze war eine sehr intensive, die Bedeckung der Tiegel nicht die beste, und dieß gab die Veranlassung, sie schon nach $1^1/_2$ Stunden wieder herauszunehmen. Es zeigte sich der Inhalt zum größten Theile, aber nicht vollkommen geschmolzen. — Die beiden andern Tiegel

blieben 3 Stunden lang stehen, worauf sich ihr Inhalt vollkommen geschmolzen zeigte. Die Tiegel waren nur auf Seite der Feuerbrücke wesentlich angegriffen. Die Möglichkeit, den Gußstahl im Gasflammofen mit Generator, der mit Braunkohlenklein gespeist wird, zu schmelzen, ist daher außer Zweifel gesetzt.

Für die Praxis ist nebst der technischen Ausführbarkeit noch der ökonomische Theil von nahe gleicher Wichtigkeit. Hierüber läßt sich aus dem angeführten Versuche mit Bestimmtheit jedoch nicht viel angeben. Es ist sehr wahrscheinlich, daß der Stahl schon nach zwei Stunden vollkommen geschmolzen, und jedenfalls möchte anzunehmen sein, daß in drei Stunden die Schmelzung auch bei voller Ofenladung, d. i. mit 12 Tiegeln erfolgt wäre. Den Inhalt eines Tiegels nur zu 25 Pfd. angenommen, würden demnach in 24 Stunden 24 Ctr. Stahl geschmolzen werden, wozu sammt allen Verlusten an 100 Ctr. Kohlenklein gerechnet werden müssen; es dürfte demnach der Bedarf an Braunkohlenklein auf den Centner Rohguß 4 bis 5 Ctr. betragen.

Der Betrieb könnte und sollte die ganze Woche kontinuirlich fortgeführt werden, indem nur alle 12 Stunden eine Reinigung des Gasgenerators nöthig wird, welche in $^1/_2$ Stunde beendigt ist. Die geladenen Tiegel würden ferner schon im Verglühherde sehr stark erhitzt werden, während bei dem besprochenen Versuche dieselben kaum von außen rothglühend gemacht waren, gerade nur soviel, um ein Zerspringen derselben zu vermeiden. Der Umstand, daß wie in einem Schweißofen die einzelnen Packete, so hierbei die einzelnen Tiegel jeden Augenblick sichtbar und zugänglich bleiben, erscheint als wesentlicher Vortheil. Das Ein- und Ausheben der Tiegel würde sich mit Krahnen sehr bequem bewerkstelligen lassen, so wie auch dic Ausführung großer Güsse durch diese Oefen bedeutend erleichtert werden könnte.

Overmann, Frederick

Die Bereitung und Verarbeitung des Stahls Nach dem engl. Werke des Ingenieurs Frederick Overmann deutsch bearbeitet von C. Hartmann. Mit 26 in den Text gedruckten Abbildungen

Frankf. a. M. 1856